



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

## ÚSTAV ELEKTROTECHNOLOGIE

DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC TECHNOLOGY

## MAPOVÁNÍ A ZLEPŠENÍ LOGISTICKÉHO I INFORMAČNÍHO TOKU VE FIRMĚ ZEBR S.R.O.

MAPINNG AND IMPROVING LOGISTIC FLOW IN THE FIRM ZEBR.

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Lenka Kmeť

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jiří Špinka

BRNO 2017

# Bakalářská práce

bakalářský studijní obor **Mikroelektronika a technologie**  
Ústav elektrotechnologie

**Studentka:** Lenka Kmeť

**ID:** 70289

**Ročník:** 3

**Akademický rok:** 2016/17

## NÁZEV TÉMATU:

**Mapování a zlepšení logistického i informačního toku ve firmě ZEBR s.r.o.**

## POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Ve vybrané firmě zmapujte pro konkrétní vyráběné produkty průběhy logistických i informačních toků. Pro vybrané výrobky a jejich dílčí části shrňte technologické postupy výroby, stanovte patřičné průběžné doby. Zpracujte montážní schéma, rozbor montáže i průběžnou dobu montáže. Celý tento proces výroby vyhodnoťte. Navrhněte zlepšení a zeštíhlení činností. Provedte ekonomické vyhodnocení navrženého zlepšení.

## DOPORUČENÁ LITERATURA:

Podle pokynů vedoucího práce.

**Termín zadání:** 6.2.2017

**Termín odevzdání:** 8.6.2017

**Vedoucí práce:** Ing. Jiří Špinka

**Konzultant:**

**doc. Ing. Jiří Háze, Ph.D.**  
*předseda oborové rady*

## UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

## **ABSTRAKT**

Cílem práce je ve vybrané společnosti zmapovat průběh logistických a informačních toků, celý proces vyhodnotit a nalézt zlepšení. V první části práce je uvedeno seznámení se štíhlou výrobou, metodou mapování toku hodnot a s výpočtem průběžné doby. V další části je zmapován tok hodnot ve vybrané společnosti a vytvořena mapa současného stavu. Dále je vypočítána průběžná doba vybraných dílů a sestaveno montážní schéma sledovaných výrobků. Na těchto podkladech jsou nalezeny zdroje plýtvání a navrhnutá řešení. Poté jsou na základě získaných dat daná řešení vyhodnocena z hlediska ekonomických ukazatelů.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Proces, štíhlá výroba, mapování toku hodnot, zdroje plýtvání, čas přidávající hodnotu, čas cyklu, průběžná doba výroby

## **ABSTRACT**

The aim of the project is to chart the course of logistics and information flows of the selected company, to evaluate the entire process and to find improvements. In the first part there is mentioned an introduction into methods of lean manufacturing, value stream mapping and throughput time calculations. In the next section the flow of values is mapped and the map of current state is created. Furthermore, the throughput time of selected parts is computed and the mounting diagram of measured products is assembled. On to these materials are founded the sources of wasting and solutions are suggested. Afterwards on the basis of the obtained data are given solutions evaluated in terms of economic indicators.

## **KEYWORDS**

Process, lean production, value stream mapping, sources of wasting, value added time, cycle time, throughput time

KMEŤ, L. *Mapování a zlepšení logistického i informačního toku ve firmě ZEBR s.r.o.*  
Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních  
technologií. Ústav elektrotechnologie, 2017. 60 s., 33 s. příloh. Bakalářská práce.  
Vedoucí práce: Ing. Jiří Špinka

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma Mapování a zlepšení logistického i informačního toku ve firmě ZEBR s.r.o. jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušila autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhla nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědoma následků porušení ustanovení § 11 a následujících zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně dne .....

.....

(podpis autora)

## PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Jiřímu Špinkovi za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

V Brně dne .....

.....

(podpis autora)

# OBSAH

<b>Úvod</b>	<b>8</b>
<b>1 Teoretický úvod</b>	<b>9</b>
1.1 Procesní analýza.....	9
1.1.1 Příklady technik analýzy procesů.....	9
1.1.2 Ukazatele výkonnosti procesu .....	11
1.1.3 Logistika .....	11
1.2 Štíhlá výroba a mapování toku hodnot.....	12
1.3 VSM - mapování toku hodnot .....	13
1.3.1 Princip metody .....	14
1.4 Průběžná doba.....	16
1.4.1 Výpočet průběžné doby výroby .....	17
1.5 Kusovník.....	18
1.6 Montáž a montážní schéma .....	19
1.6.1 Montážní schéma.....	21
<b>2 Praktická část</b>	<b>22</b>
2.1 Představení společnosti .....	22
2.2 Výběr výrobního reprezentanta .....	23
2.3 Tvorba mapy současného hodnotového toku – informační tok.....	25
2.3.1 Přijetí objednávky – stroj č. 15-327 .....	25
2.3.2 Konstrukce .....	25
2.3.3 Technologie.....	26
2.3.4 Elektrokonstrukce.....	26
2.3.5 Sklad.....	27
2.3.6 Shrnutí informačního toku výrobku č. 15-327.....	27
2.3.7 Informační tok výrobku č. 15-032.....	28
2.4 Tvorba mapy současného hodnotového toku – materiálový tok .....	28
2.4.1 Výroba dílů .....	28
2.4.2 Montáž .....	31
2.4.3 Interní přejímka a přejímka zákazníkem výrobku č. 15-327.....	34
2.4.4 Balení a expedice výrobku č. 15-327 .....	35

2.4.5	Shrnutí činností od konce montáže po expedici k zákazníkovi .....	35
2.4.6	Mapa současného stavu .....	35
2.5	Analýza současného stavu .....	36
2.6	Stanovení průběžné doby pro vyráběné díly .....	37
2.6.1	Výroba brzdové kostky.....	37
2.6.2	Výroba hřídele.....	39
2.6.3	Výroba ukotvení drátu .....	41
2.7	Montážní schéma a výpočet průběžné doby montáže .....	43
2.7.1	Výpočet průběžné doby montáže .....	44
2.8	Nalezení plýtvání a návrh řešení.....	45
2.8.1	Plýtvání v informačním toku .....	45
2.8.2	Plýtvání v materiálovém toku .....	45
2.8.3	Návrh řešení .....	47
2.8.4	Ekonomické vyhodnocení.....	50
2.8.5	Mapa budoucího stavu.....	51
<b>3</b>	<b>Závěr</b>	<b>53</b>
	<b>Literatura</b>	<b>54</b>
	<b>Seznam symbolů, veličin a zkratk</b>	<b>56</b>
	<b>Seznam obrázků</b>	<b>58</b>
	<b>Seznam tabulek</b>	<b>59</b>
	<b>Seznam příloh</b>	<b>60</b>

# ÚVOD

Práce je rozdělena do dvou částí. První z nich je část teoretická, která se zabývá procesní analýzou jako souborem technik směřujících k zefektivnění činnosti podnikových procesů. V dnešní době globálního trhu vzrůstají nároky na zlepšování procesů jako jedné z možností udržení konkurenceschopnosti společnosti. Je třeba odstraňovat zdroje plýtvání v procesech a zvyšovat tak výkonnost a snižovat náklady na zhotovení produktu. Mezi základní techniky procesní analýzy patří teorie omezení, diferenční analýza, Demingův cyklus, štíhlá výroba a další.

Práce se zaměřuje na techniku štíhlé výroby, na jeden z jejích nástrojů – Mapování toku hodnot (VSM). Tato analytická technika využívá vizuální prezentace získaných dat pomocí diagramu, který zobrazuje celý hodnotový tok a umožňuje tak nalézt nejen samotná plýtvání v procesu, ale i jejich zdroje a vzájemné souvislosti mezi jednotlivými kroky procesu. Metoda se využívá např. při analýze výrobního procesu nebo při zavádění nového způsobu rozvrhování výroby.

Důležitým ukazatelem výkonnosti procesu je stanovení průběžné doby výroby. V práci jsou popsány tři způsoby jejího výpočtu rozdělené dle organizace výrobního procesu, a to způsob postupný, souběžný a smíšený. V teoretické části je ještě popsána montáž jako část výrobního procesu a uveden postup sestavení montážního schématu.

Druhou částí práce je praktická část, ve které jsou aplikovány poznatky z části teoretické. Tato je zpracována ve spolupráci se společností ZEBR s.r.o., výrobcem strojů pro výrobu exteriérových a interiérových žaluzií. Společnost se v současné době potýká s vytížeností výrobních kapacit ústící v neplnění dodacích termínů a zvýšené chybovosti.

K řešení situace je využita aplikace nástroje VSM. Je zvolen vhodný výrobní reprezentant a po sesbírání dat je vytvořena mapa současného stavu hodnotového toku pro dva vybrané produkty. Na jejím základě jsou nalezeny možné zdroje plýtvání v procesu a po vyhodnocení výkonnosti procesu je také vypočítána průběžná doba výroby pro vybrané díly.

Na základě získaných dat je provedena analýza a jsou navržena možná řešení vedoucí k zefektivnění hodnotového toku vybraných produktů. Tato řešení jsou ohodnocena ekonomickými ukazateli.



# 1 TEORETICKÝ ÚVOD

## 1.1 Procesní analýza

Podnikový proces je sled činností, které za využití nástrojů a lidí přetváří souhrn vstupů do souhrnu výstupů, a to jak zboží nebo služeb, pro jiné lidi nebo procesy. Zlepšování podnikových procesů je v současnosti v prostředí silné konkurence nezbytností pro přežití podniku. Tato potřeba je urychlována příchodem nových technologií jako jsou počítače a internet, které společně s otevřením světových trhů v období několika posledních desítek let přinesly potřebu nejen přírůstkových zlepšení, ale i dramatických změn [1].

Procesní analýza slouží k zachycení toku hodnot v organizacích. Sleduje veškeré fáze procesu – postup práce od jednoho pracoviště k druhému, přičemž sleduje vstupy, výstupy a jednotlivé kroky, které se konají v jednotlivých fázích. Vede ke zlepšení řízení procesů, snižování plýtvání a zvyšování efektivity [1].

Typické otázky procesní analýzy
1. Probíhají vzájemně související činnosti v logickém pořadí?
2. Vyskytují se v procesu více než dvě smyčky?
3. Trvají jednotlivé činnosti relativně dlouho?
4. Vytváří každá činnost procesu přidanou hodnotu?
5. Jsou v procesu nadbytečné činnosti?
6. Vyskytují se nadměrná zpoždění?
7. Vyskytují se v procesu zdroje významných odchylek?
8. Jsou více než dva požadavky na schválení?
9. Lze proces změnit tak, aby se snížil počet činností?
10. Je proces vysoce konsistentní, neexistují vážné rozpory?

Obr. 1.1.1 Typické otázky procesní analýzy [1]

### 1.1.1 Příklady technik analýzy procesů

#### TOC (Theory of Constraints) - Teorie omezení

Dle teorie omezení je třeba rozumět principům a znát možnosti jednotlivých článků procesu, protože celý řetězec výkonově závisí na své nejslabší části. Nalezení a zefektivnění této části vede ke zvýšení výkonnosti celého systému [2].

#### Diferenční analýza (Gap analýza)

Diferenční analýza je metoda rozhodování skládající se z několika kroků (popis stávajícího a cílového stavu a určení rozdílu mezi nimi, návrh variant dosažení cíle, jejich zhodnocení a výběr nejvhodnější varianty). V případě potřeby se celý proces opakuje. Využívá se při plánování strategie nebo změny [1].

### **Ishikawův diagram**

Jedná se o příčinkový diagram někdy označován jako „rybí kost“, který se používá hlavně pro znázornění souvislostí. Zobrazuje vlivy a rozhodnutí ovlivňující proces [3].

### **Metoda kritické cesty - CPM (Critical Path Method)**

Spočívá v zobrazení grafu obsahujícího současné a následné činnosti, které musí být vykonány k provedení produktu. Každé činnosti je odhadnuta doba jejího trvání a tím i čas potřebný k běhu celého procesu. Jakékoli zpoždění na kritické cestě vede ke zpoždění celého procesu [4].

### **FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)**

FMEA je forma analýzy spolehlivosti používaná ke zmapování důsledků konkrétních událostí, které mohou nastat během procesu. Probíhá ve čtyřech etapách:

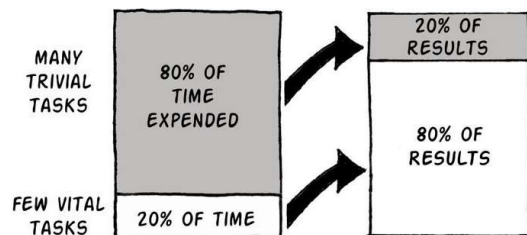
1. **Analýza současného stavu.** Seznámení účastníků (tým FMEA) s požadavky zákazníka a s návrhem řešení, analýza všech možných vad, které by mohly nastat v procesu výroby výrobku, a všech jejich možných následků příčin.
2. **Hodnocení současného stavu.** Nejprve se analyzují kontrolní postupy, které jsou používány k ověření vhodnosti navrhovaného řešení technologie. Stanoví se následující kritéria a přidělí se jim body od 1 do 10:
  - a) Význam vady VV
  - b) Pravděpodobnost výskytu vady PV
  - c) Pravděpodobnost odhalení vady PO
  - d) Stanoví se míra rizika (MRP)/priorita (P), jako součin  $MRP/P = VV \cdot PV \cdot PO$   
Pro vady (nejčastěji s MRP nad 100) se vysloví požadavek navrhnout opatření na snížení rizik.
3. **Návrh preventivních opatření.** Cílem je snížit riziko výskytu vady (tzn. pravděpodobnosti výskytu se zaměřením na lepší odhalitelnost či zmenšení významu vady). Návrh opatření schvaluje odpovědný vedoucí, jsou přiděleny odpovědnosti za realizaci i stanovení termínů.
4. **Zhodnocení stavu po provedení preventivních opatření.** Hodnotí se nové riziko vad, na které byla příslušná opatření zaměřena. Posouzení změn příslušných hodnot umožňuje hodnotit účinnost provedených změn [5].

### **Demingův cyklus (PDCA cyklus)**

PDCA je postup při realizaci zlepšovacích činností sestávající ze čtyř kroků: Plan (naplánuj), Do (realizuj), Check (zkontroluj) a Act (provedení korekce, úpravy) [6].

### **Paretovo pravidlo (Pravidlo 80/20)**

Paretovo pravidlo je technika sloužící k zacílení rozhodování a řízení, dle které 20% příčin způsobuje 80% důsledků [1].



Obr. 1.1.2 Paretovo pravidlo [7]

### Štíhlá výroba

Prostředky a postupy směřující k optimálně pracujícímu a stabilnímu výrobnímu procesu při co možná nejnižších investiční nákladech, nákladech na údržbu a seřizování zařízení, energie a na lidské zdroje [8].

### 1.1.2 Ukazatele výkonnosti procesu

Existuje celá řada ukazatelů výkonnosti procesu, které mají univerzální použití, patří mezi ně:

- a) **Průběžná doba procesu.** Celkový čas od prvního přijetí vstupů po odevzdání výstupů z procesu.
- b) **Efektivní využití doby procesu.** Představuje poměr mezi dobou zpracování a průběžnou dobou procesu.
- c) **Celkové náklady na proces.**
- d) **Efektivní využití nákladů.** Poměr nákladů na shodu k celkovým nákladům.
- e) **Podíl neshod v procesu.**
- f) **Úroveň Sigma způsobilosti.**
- g) **Využití disponibilních kapacit v procesu** [9].

### 1.1.3 Logistika

Logistika je obor zabývající se plánováním a řízením hmotných a s nimi spojených informačních i hodnotových toků od dodavatele do podniku, uvnitř podniku a od podniku k odběrateli. Má několik základních funkcí jako je nákup, skladování, plánování a řízení výroby, doprava a plánování podnikových toků. Lze ji dělit na pořizovací (zásobovací), výrobní, distribuční a logistiku recyklace a likvidace odpadů [10].

Výrobní logistika zahrnuje tok surovin, veškerého materiálu i informací z pořizovacího skladu směrem k výrobě, zabezpečuje činnosti jako je předvýrobní skladování materiálu a polotovarů, manipulace s materiálem v různých fázích výroby, mezioperační a operační doprava, mezioperační skladování, manipulace při montáži celků, manipulace s hotovými výrobky a další [11].

Logistika má velký vliv na výkonnost podniku a jeho náklady, jedná se například o následující formy plýtvání:

- **Zbytečné pohyby a manipulace výrobků a materiálu.** Dodáváno příliš mnoho nebo málo, zbytečné překládky a přesuny zásob, lidí a materiálu.

- **Nadbytečné dokumenty a administrativa.** Příliš mnoho dokumentů, ruční evidence položek.
- **Špatné dokumenty v logistice.** Neúplné specifikace, chybné vyplnění dokumentů, chyby v kusovníku.
- **Hledání materiálu a polotovarů.** Rozdíly oproti stavu v systému a ve skutečnosti.
- **Čekání.** Čekání na nakládku a vykládku, na kompletaci, na dovoz materiálu.
- **Chyby v logistických činnostech.** Nekompletní dodávky, pozdní dodávky [12].

## 1.2 Štíhlá výroba a mapování toku hodnot

Štíhlá výroba představuje prostředky a postupy směřující k optimálně pracujícímu a stabilnímu výrobnímu procesu při co možná nejnižších investiční nákladech, nákladech na údržbu a seřizování zařízení, energie a na lidské zdroje. Využitím štíhlé výroby dochází k maximalizaci produktivity [8].

Základní metody:

- **Pochopení hodnot z hlediska zákazníka (Value).** Důležité je jen to, co zákazník považuje za hodnotu.
- **Analýza toku hodnot (Value Stream Analysis).** Rozčlenění toku hodnot do jednotlivých kroků, rozdělení činností na činnosti přidávající a nepřidávající hodnotu.
- **Snížení plýtvání (Waste).** Odstranění nebo minimalizace procesů nepřidávajících hodnotu.
- **Plynulý tok (Flow).** Výroba by měla probíhat nepřetržitě od surovin k hotovým výrobkům, bez meziskladů a prostojů.
- **Zavedení tahového systému (Pull).** Výroba na základě požadavku zákazníka, ne na sklad.
- **Zdokonalování (Perfection).** Proces neustálého zdokonalování všech podnikových procesů [8].

Nástroje štíhlé výroby:

- **Kaizen.** Filozofie managementu spočívající ve stálých malých zlepšeních s důrazem na kontrolu kvality. Jedná se o neustálé zdokonalování týkající se celého podniku [8].
- **JIT.** Jedná se o výrobní filozofii, jejímž cílem je eliminace veškerých ztrát v průběhu celého výrobního procesu. Mezi základní principy JIT patří výroba na objednávku v malých dávkách, zabezpečení plynulých toků a kvality ve výrobě, eliminace ztrát a velkých zásob, pružný výrobní systém pracující na principu tahu [13].
- **Kanban.** Jeho podstatou je řízení převážně dílenské výroby, založené na

tahovém principu pomocí karet nazývaných Kanban. Tato karta slouží pro signalizaci stavu zásob a rozpracované výroby, kdy po překročení určitého minimálního stavu dochází k pokynu k výrobě či vyskladnění. Dochází ke snížení rozpracovanosti a zbytečných meziskladů [13].

- **Metoda 5S.** Využívá vizualizace pracoviště, kdy využitím fotografií (obrázků) vysvětluje jednotlivé kroky pracovního postupu za účelem lepšího pochopení výrobní operace [8].
- **SMED** (rychlá výměna nástrojů). Snaha o snížení času nutného pro výměnu nástrojů, jejímž výsledkem je snížení výrobní dávky, snížení počtu zásob, zvýšení pružnosti provozu a reakce na změny v poptávce [8].
- **Poka-Yoke.** Poka-Yoke se snaží zabránit vzniku neshod ve výrobním i nevýrobním procesu stanovením postupů pro vykonávání jednotlivých činností [13].
- **Mapování toku hodnot (VSM).** K zobrazení jednotlivých kroků procesu využívá diagramu – mapy procesu.

### 1.3 VSM - mapování toku hodnot

Mapování toku hodnot je analytická technika, která je založena na vizuální prezentaci základních prvků procesu, toků a vzájemných vztahů za účelem objasnění vlivu jednotlivých bloků na tvorbu hodnoty. Jejím cílem je pomocí diagramů obsahujících výkonnostní a časové údaje lokalizovat příčiny plýtvání zdrojů [2].

VSM je jedna ze základních technik štihlé výroby vedoucí ke zlepšování procesů či řízení kvality, napomáhá odhalovat úzká místa a slabé stránky a důvody neefektivních toků [1].

Je vhodné ji použít při analýze výrobních procesů, při navrhování nových výrobků nebo výrobků, u kterých má dojít ke změně, při novém způsobu rozvrhování výroby nebo např. při analýze nevýrobních procesů [14].

Mezi hlavní přínosy VSM patří možnost vidět nejen samotné plýtvání, ale i jeho zdroje, možnost vidět souvislosti mezi tokem informací a materiálu. VSM ukazuje celý tok, což umožňuje vidět víc než jen proces (např. tváření, montáž) [15].

V průběhu procesu lze vždy identifikovat na jedné straně „dodavatele“ a na druhé straně „zákazníka“. Mezi dodavatele patří pracovníci poskytující vstup do procesu (informace, služby, díly). Zákazníci využívají výstup z procesu a lze je rozdělit na:

- **Externí zákazníci.** Tito zákazníci dostávají služby, výrobky nebo informace za úplatu, nejsou pracovníky, formální či právní součástí organizace poskytující daný výkon.
- **Zprostředkující zákazníci.** Zahrnují distributory, prodejce, výrobce nebo překupníky, kteří daný výkon kupují a umožňují jeho dostupnost pro konečného zákazníka (přebalují jej, kompletují nebo dále prodávají).
- **Interní zákazníci.** Do této skupiny patří pracovníci dostávající výstup od jiného pracovníka v rámci jedné organizace.

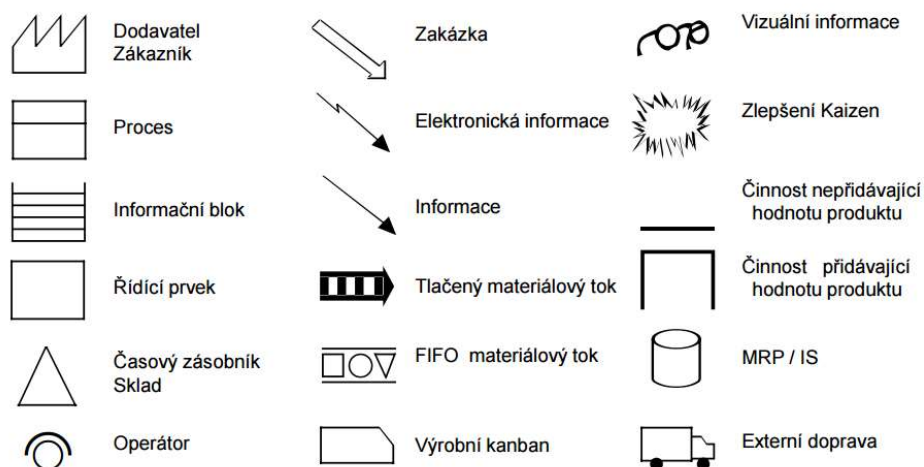
- **Zainteresované subjekty.** Mezi tuto skupinu se řadí akcionáři, obchodní partneři, stát, sdělovací prostředky a další pracovníci, útvary, organizace mající kapitálovou účast nebo zájem na úspěchu nebo činnostech vykonávaných organizací. Tyto subjekty nejsou přímo zapojeny do dodavatelsko-odběratelského řetězce [16].

### 1.3.1 Princip metody

Mapování toku hodnot probíhá v několika krocích. Obecně je nejdříve třeba stanovit cíle z hlediska měřitelných ukazatelů jako je např. rozpracovanost, průběžná doba výroby, Index činností přidávajících hodnotu. Poté je třeba zvolit vhodného reprezentanta např. pomocí ABC analýzy nebo Paretova pravidla a zaznamenat současný stav a výpočty [17].

Zaznamenávání je vhodné provádět přímo na místě – na papír a tužku, nikoli pomocí softwaru na počítači. Je dobré si nakreslit skicu pro lepší pochopení procesu a zaznamenat data o zákazníkovi – jaké jsou jeho požadavky. Je třeba začít expedicí a pokračovat dále proti toku. Mezi zaznamenávaná a vypočítávaná data patří aktuální čas cyklu, časy prostojů z důvodu změn sortimentu, časový fond pracoviště, počet operátorů a pracovišť, počet variant výrobků, typ balení, procesní rychlost. Je třeba zmapovat stav rozpracované výroby a velikost zásob ve skladech a jejich potřebu [15].

Pro vytváření mapy se používají standardizované symboly. Několik základních symbolů je uvedeno na následujícím obrázku.



Obr. 1.3.1 Základní značky při tvorbě mapy [17]

Tvorba samotného diagramu začíná zakreslením ikony zákazníka do pravého rohu a ikony pro externího dodavatele. Poté následuje zaznamenání jednotlivých zjištěných procesních kroků v podniku, dokreslí se materiálové toky a sklady [15].

Do diagramu jsou zaznamenávána data o:

- Toků materiálu (zleva doprava) a toku informací (zprava doleva)

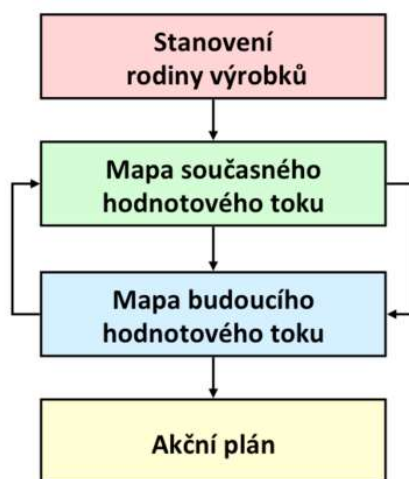
- Řízení výroby, procesech a jejich parametrech. Činnosti dělíme na:
  - Přidávající hodnotu (VA). Mění nebo přidávají hodnotu produktu.
  - Nepřidávající hodnotu (NVA). Nevytvářejí hodnoty v procesu.
  - Umožňující tvorbu hodnoty (VE). Umožňují provádět proces lépe.
- Časy potřebné pro uskladnění, manipulace a skutečné doby výroby [18].

Do mapy se zaznamená externí transport, systém a formy plánování a vypočtené základní údaje o hodnotovém toku (celková průběžná doba ve dnech, celkový procesní čas, čas přidávající hodnotu, VA-index). VA-index je poměr času přidávající hodnotu k celkovému času procesu, lze jej vypočítat ze vzorce [15]

$$VA_{index} = \frac{t_{VA}}{lead\ time} \cdot 100 \quad (1.1)$$

kde  $t_{VA}$  je čas přidávající hodnotu a *lead time* je celkový čas cyklu.

Na základě analýzy současného stavu je pak vytvořena mapa budoucího stavu a inovace jsou implementovány. Na následujícím obrázku je shrnut postup metody [17].

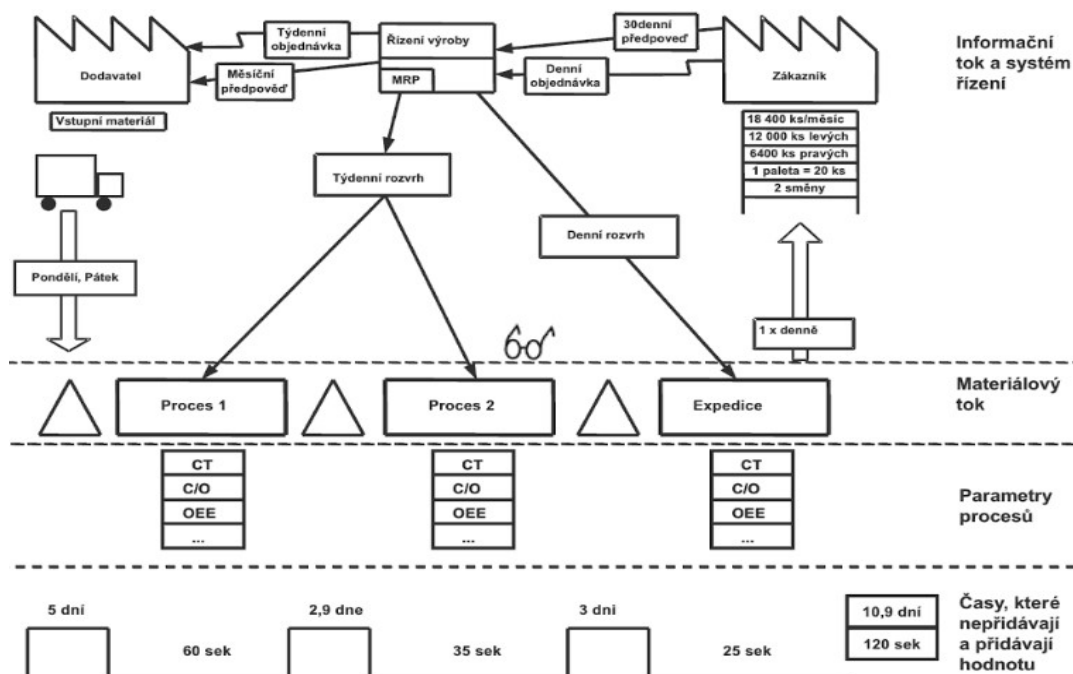


Obr. 1.3.2 Postup při mapování toku hodnot [15]

Při optimalizaci procesu je třeba se zaměřit na správný běh VA procesů tak, aby běžely napoprvé správně. Může dojít např. k redukci informačních vazeb, zavedení tahového principu mezi procesy, integraci procesů, vyvážení procesů, redukci časů seřizování. U činností NVA je snaha je omezit nebo zcela zrušit. VSM vede k efektivnějšímu využívání času a kapacit ve výrobě, snižování zásob a rozpracované výroby, ke snížení celkového času výroby a odbavování zakázek [18].

Hlavními výstupy VSM jsou hodnota VA-indexu, informace o velikosti a stavu rozpracovanosti, procesní časy a množství meziskladů a jejich řízení [14].

Na následujícím obrázku je uveden příklad mapy toku hodnot.



Obr. 1.3.3 Příklad mapy toku hodnot [19]

## 1.4 Průběžná doba

Průběžná doba je jedním ze základních ukazatelů výkonnosti. Průběžná doba výrobku zahrnuje celý cyklus od impulsu zákazníka, jeho vývoj, technickou přípravu výroby, vlastní výrobu až po ukončení expedice. Zahrnuje činnosti jako je doprava, poprodejní služby apod. Průběžná doba výroby představuje pouze činnosti v rámci vlastního výrobního procesu, tj. od provedení první operace po naskladnění do skladu hotových výrobků [20]. Průběžná doba výroby (výrobní cyklus) zahrnuje časy:

- **Technologické** (operační čas -  $t_{op}$ , čas přípravy a zakončení -  $t_{pz}$ ). Ruční, strojní a strojně ruční operace, automatické a přírodní (biochemické) operace, příprava pracoviště.
- **Netechnologické** (čas manipulační  $t_m$ , kontroly -  $t_{ko}$  a skladování -  $t_s$ ). Převážné operace, technologická manipulace, nakládání, skladování a kontrola jakosti.
- **Časy přerušování** vyvolané:
  - Organizací práce (režim dne, dávky materiálu).
  - Stavem technického zařízení (poruchy strojů, údržba).
  - Technicko-organizačními nedostatky (nedostatek energie a materiálu)
  - Subjektivními příčinami ze strany dělníka (zbytečné ztráty z důvodu nepřipravenosti) [21].



### 1.4.1 Výpočet průběžné doby výroby

Pro výpočet průběžné doby výroby lze použít přesné analytické metody vycházející z výkonových a kapacitních technicko-hospodářských norem, ale i metody statistické založené na datech z minulých období, obdobných výrobcích nebo odhadu [20].

Průběžná doba výrobku  $T_C$  je obecně dána [22]

$$T_C = t_{op} + t_{pz} + t_m + t_{ko} + t_s + t_k \quad (1.2)$$

kde  $t_{op}$  představuje operační čas,  $t_{pz}$  čas přípravy a zakončení,  $t_m$  manipulační čas,  $t_{ko}$  čas kontroly,  $t_s$  čas skladování a  $t_k$  čas klidu.

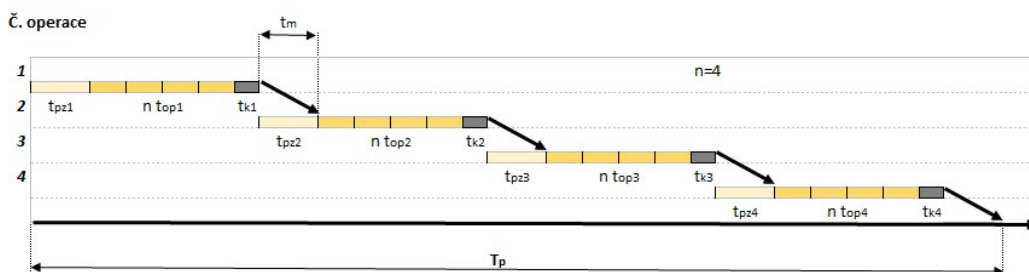
Podle způsobu předávání dávek mezi operacemi rozlišujeme tři způsoby výpočtu normativní průběžné doby dávky součástí, a to způsob postupný, souběžný a smíšený [22].

#### Postupný způsob

Při postupném způsobu je na následující pracoviště předávána celá dávka a následná operace je započata až po skončení předchozí operace na všech kusech dané dávky [20]. Výhodami tohoto postupu jsou nízké náklady na přepravu a jednoduchá organizace, nevýhodou je dlouhá průběžná doba. Využívá se především v kusové a malosériové výrobě [23]. Výpočet je následující [22]

$$T_{cp} = \sum_{i=1}^q t_{pz\ i} + d_v \sum_{i=1}^q t_{op\ i} + \sum_{i,j=1,2}^{q,q+1} t_{m\ i,j} + \sum_{i,j=1,2}^{q=1,q} t_{k\ i,j} \quad (1.3)$$

kde  $t_{pz\ i}$  je čas přípravy a zakončení  $i$ -té operace,  $q$  je počet operací,  $t_{op\ i}$  je čas zpracování na každé  $i$ -té operaci,  $t_{m\ i,j}$  je manipulační doba mezi  $i$ -tou a následnou  $j$ -tou operací a  $t_{k\ i,j}$  doba klidu – nečinnosti výrobního zařízení mezi  $i$ -tou a následnou  $j$ -tou operací.



Obr. 1.4.1 Postupný způsob předávání dávek [24]

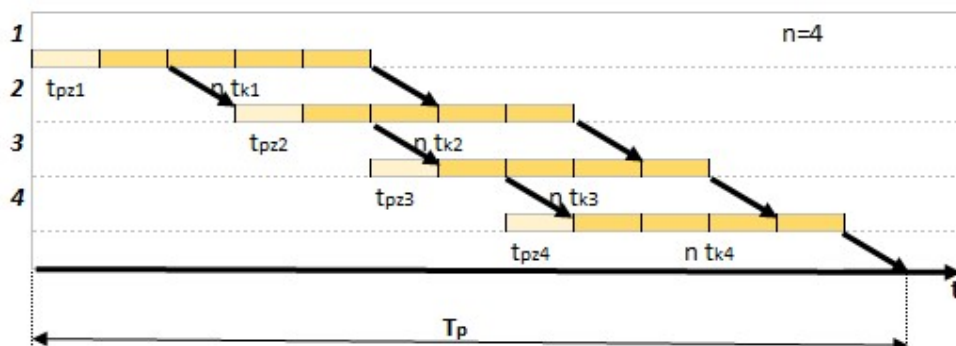
#### Souběžný způsob

Při tomto postupu je výrobní dávka rozdělena do několika dávek dopravních, ve kterých je uskutečňována manipulace. Následující operace začíná ihned po ukončení operace předchozí [20]. Tento postup přináší nejkratší průběžnou dobu, ale také vysoké náklady na dopravu a nároky na organizaci. Využívá se především u velkosériové a hromadné výroby [23]. Výpočet je následující [22]

$$T_{csb} = t_{pz1} + d_d \sum_{i=1}^q t_{opi} + d_d(k-1) \cdot t_{opmax} + \sum_{i,j=1,2}^{q,q+1} t_{mi,j} \quad (1.4)$$

kde  $t_{pz1}$  je čas přípravy a zakončení první operace,  $d_d$  je velikost dopravní dávky (počet ks),  $q$  je počet operací,  $t_{opi}$  je čas zpracování na každé  $i$ -té operaci,  $k$  je počet dopravních dávek,  $t_{opmax}$  je maximální operační čas a  $t_{mi,j}$  je manipulační doba mezi  $i$ -tou a následnou  $j$ -tou operací.

#### Č. operace



Obr. 1.4.2 Souběžný způsob předávání dávek [24]

#### Smíšený způsob

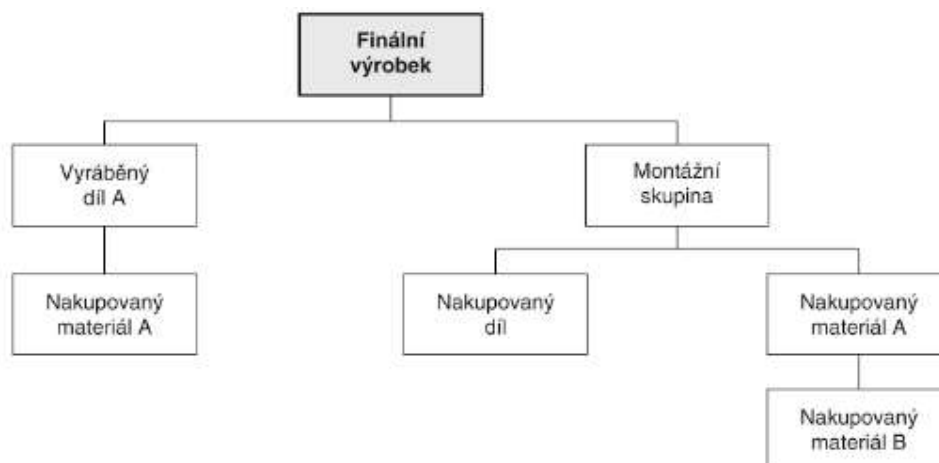
Smíšený způsob vychází ze souběžného způsobu, kdy jsou díly předávány ihned na další operaci. Kombinuje jej s postupným předáváním tak, aby byly minimalizovány ztrátové časy čekání na další dávku [20]. Prodlouží se tím průběžná doba, ale odstraní se prostoje. Tento postup se využívá u nesynchronizovaných výrobních linek.

#### Výpočet průběžné doby výroby složitého výrobku

Složitý výrobek se skládá z velkého počtu dílů, podsestav a sestav. Při stanovování jeho průběžné doby se využívá grafického znázornění spolu s uvedenými výpočty. Vychází se z dat uvedených v kusovníku, montážním schématu průběhu celého výrobku a z výpočtů průběžných dob výroby jednotlivých součástí [21].

## 1.5 Kusovník

Kusovník obsahuje všechny sestavy, podsestavy, díly a výchozí materiály, ze kterých se vyrábí konečný produkt včetně informací o jejich vzájemných vztazích při tvorbě výrobku [20].



Obr. 1.5.1 Princip kusovníku [25]

Rozlišujeme kusovník souhrnný, který obsahuje všechny materiály vstupující do výrobku včetně údaje o množství, není z něj ale patrné, jak jednotlivé součásti vstupují do finálního výrobku. Dalším typem je strukturní kusovník, který obsahuje materiály ve strukturním uspořádání, z nějž je patrná skladba finálního výrobku [11].

## 1.6 Montáž a montážní schéma

Montáž lze definovat jako soubor činností lidí, zařízení a strojů, jejichž vykonáváním ve stanoveném pořadí a čase vznikne z jednotlivých dílů a montážních skupin celkový produkt. Jedná se většinou o finální fázi výrobního procesu [26]. Činnosti prováděné v rámci montáže lze rozčlenit na:

- Přípravné (příprava pracoviště, pomůcek, přípravků).
- Přizpůsobovací (úprava ploch, tvarů, rozměrů, značkování součástí).
- Manipulační (nasouvání, upínání, vkládání, přemísťování).
- Spojovací (šroubování, lisování, nýtování, svařování).
- Kontrolní (měření, kontrola jakosti) [27].

V následující tabulce jsou uvedeny obvyklé podíly montážních ploch na celkové ploše výroby v závislosti na druhu výrobku a typu výroby.

Tab. 1.6.1 Podíly montážních ploch na celkové ploše výroby [22]

Druh výrobku		Podíl v (%)
	Dopravní a zemědělské stroje	15÷25
	Obráběcí stroje	22÷30
	Těžké obráběcí stroje	31÷50
	Elektromotory	38÷42

	Ocelové konstrukce	70÷80
	Přístrojová technika	80÷100
<b>Typ výroby</b>		
	Kusová až malosériová výroba	50÷60
	Malosériová výroba	35÷40
	Hromadná výroba	25÷30

Celkovou plochu montáže ( $F_m$ ) můžeme rozdělit na plochu montážních pracovišť ( $F_{vm}$ ), plochu mezikladů montáže ( $F_{pskl}$ ), plochu dopravních cest ( $F_{pdc}$ ) a ostatní plochy ( $F_{pk}$ ) dle rovnice [22]

$$F_m = F_{vm} + F_{pskl} + F_{pdc} + F_{pk} \quad (1.5)$$

Ve výrobě obráběcích strojů je obvykle montážní plocha tvořena plochou montážních pracovišť z 58 až 69 %, plochou dopravních cest z 12 až 18 %, plochou mezikladů montáže z 8 až 10 % a ostatními plochami z 10 až 15 % [22].

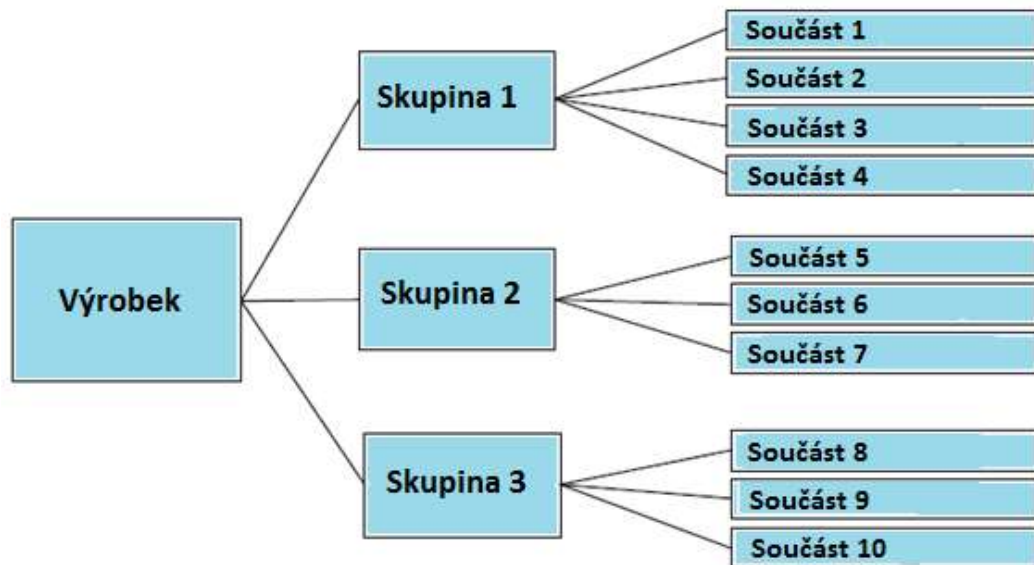
Rozeznáváme dva druhy montáže:

- **Stacionární.** Montáž probíhá na stálém pracovišti, můžeme ji dále členit na montáž:
  - **Soustředěnou.** Ke spojování součástí dochází na jednom pracovišti, využívá se k montáži velkých a těžkých strojů. Je používána hlavně v kusové a malosériové výrobě, přináší vysoké nároky na kvalifikaci pracovníků a montážní plochu. Montáž má dlouhou průběžnou dobu a nepravidelný průběh.
  - **Rozčleněnou.** Montáž je prováděna na několika stacionárních pracovištích současně. Využívá se pro malosériovou výrobu a jejím předpokladem je možnost rozčlenit výrobek na jednotlivé díly, podsestavy a sestavy v souladu s montážním schématem. Poté je možno využít předmontáže jednotlivých celků, které probíhají současně, dochází tak ke zkrácování průběžné doby celkové montáže.
  - **Proudovou.** Probíhá na stacionárních pracovištích, kde mají specializované skupiny pracovníků vymezen určitý rozsah prací a přecházejí z jednoho pracoviště na druhé. Využívá se u velkosériové výroby.
- **Pohyblivou.** Probíhá současně v několika montážních operacích, lze ji dále členit na montáž:
  - **Předmětnou.** Dochází zde k volnému pohybu montovaného předmětu procházejícímu jednotlivými pracovišti. Určeno pro malosériovou a velkosériovou výrobu.

- **Linkovou.** Je charakteristická nuceným pohybem montovaného předmětu dle taktu linky při dodržení sledu operací. Využívá se u velkosériové výroby [26].

### 1.6.1 Montážní schéma

Montážní schéma obsahuje přehled o tzv. montážních prvcích a jejich vzájemném spojení. Montážní prvky jsou skupiny a části produktu, které mohou být montovány odděleně a nezávisle na ostatních částech. Konečný výrobek se člení na celky prvního řádu – hlavní sestavy a celky druhého řádu vstupující do hlavních sestav, jak je vidět na následujícím obrázku [26].

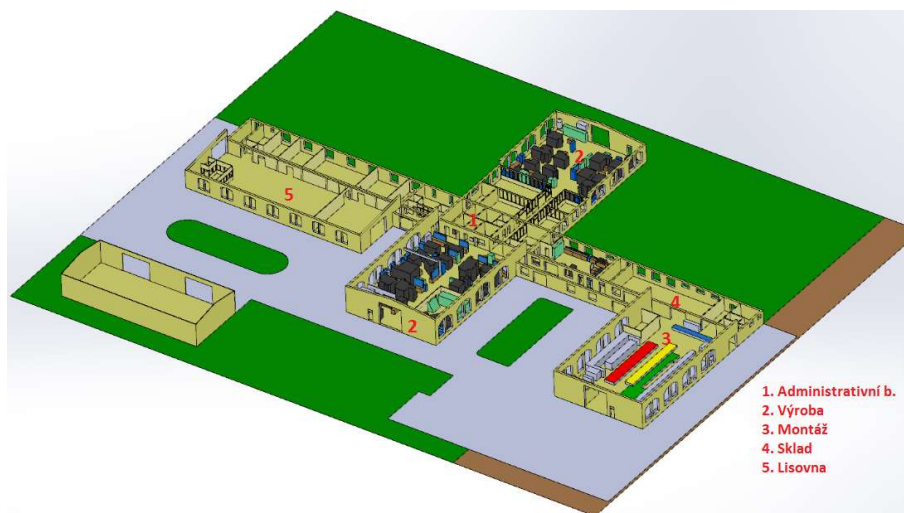


Obr. 1.6.1 Montážní schéma [26]

## 2 PRAKTICKÁ ČÁST

### 2.1 Představení společnosti

Práce je zpracovávána ve spolupráci se společností ZEBR s.r.o., výrobce strojů pro výrobu exteriérových a interiérových žaluzií. Společnost byla založena v roce 1991 a od té doby prošla značnými změnami. V současnosti zaměstnává 120 zaměstnanců a je organizována do jednotlivých útvarů: obchod, ekonomický úsek, výroba, ředitelství, konstrukce a IS/IT. Výroba se dále dělí na elektrokonstrukci, technologii, samotnou výrobu, montáž, kontrolu a sklad. Výrobní prostory se nachází v několika propojených budovách – výroba s administrativní částí obsahující obchod, ekonomický úsek, ředitelství a konstrukci a montáž se skladem. Jejich rozložení je uvedeno na obrázku č 2.1.1. Společnost ZEBR s.r.o. vlastní i lisovnu plastových dílů, která podléhá jinému vedení a je hospodářsky oddělena od strojírny a není předmětem této práce.



Obr. 2.1.1 Rozložení výrobních prostor společnosti ZEBR s.r.o. [28]

Společnost se v současné době potýká s problémy vytíženosti výrobních kapacit. To vedlo k rozhodnutí výstavby nové haly určené pro montáž a vývoj, dojde zde i k přesunu konstrukce. Nová hala se uvede do provozu v roce 2017 a vyřeší se tím problém s nedostatečnými prostorami pro montáž strojů. Dalším problémem je vytíženost kapacit výrobních strojů. Zde zatím společnost vzhledem k vysokým investičním nákladům nepřemýšlí o rozšíření výroby do další haly a nákupu většího množství nových strojů, spíše se chce dát cestou optimalizace výrobního procesu na stávajících výrobních zařízeních.

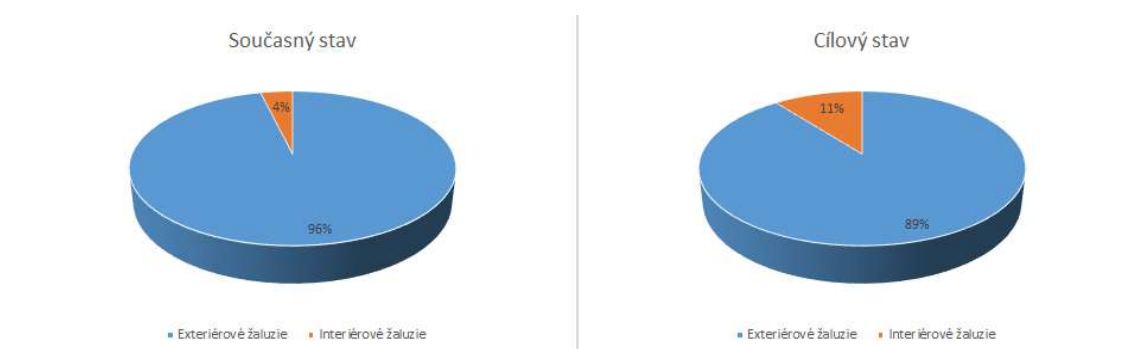
Vhodnou metodou se zde jeví využití nástrojů štíhlé výroby, a to analýzy hodnotového a logistického toku pomocí mapování toku hodnot. Pro společnost je cílem najít úzká místa a plýtvání v procesu, najít cesty k jeho optimalizaci a tím zrychlit odbavení zakázek a zefektivnit využití času a kapacit v procesu. Vzhledem k stanoveným cílům jsou sledovanými ukazateli průběžná doba výroby, doba dodání produktu

zákazníkovi (celkový lead time procesu) a VA-index. Velkou část výrobního procesu tvoří montáž, dalším cílem je tedy vytvoření montážního schématu vybraného produktu.

## 2.2 Výběr výrobního reprezentanta

Největší objem tržeb společnosti představují stroje pro výrobu externích žaluzií, které jsou vyráběny kusově dle požadavků zákazníka. Každý z těchto strojů je unikátní, vyžaduje určitou míru vývoje nových součástí, což se promítá i do jejich ceny a zisku, který společnosti mohou přinést. Vzhledem k jejich unikátnosti s sebou nesou i poměrně vysoké riziko neplnění všech požadavků zákazníka, a to převážně překročení dodacích dob přinášející s sebou vysoké sankce. Vzhledem ke skutečnosti, že výroba externích strojů je u každého jednotlivého produktu unikátní, nelze přesně stanovit obecný postup výroby pro každý stroj a mapování hodnotového toku by bylo třeba provést pro každý stroj zvlášť tak, aby byla data využitelná pro optimalizaci hodnotového a materiálového toku.

Další výrobní skupinou společnosti je výroba 3 strojů (XCR 10, XCR 20, XCR 30) pro výrobu interiérových žaluzií se standardními parametry a jen mírnými změnami dle požadavků zákazníka. Slouží k natvarování, prostřížení požadovaných otvorů, uštění na požadovanou délku, popřípadě navlečení lamely do žebříčku. Tyto stroje se skládají z velké části ze standardních dílů jen s menšími změnami. Představují co do objemu tržeb malou část produkce (přibližně 4 %), společnost ale jejich výrobu nechce ukončit z důvodu neotevření trhu pro konkurenci a také vzhledem ke skutečnosti, že kvůli nedostatečným kapacitám a tím dlouhým dodacím lhůtám není pokryta poptávka po těchto strojích. Společnost chce také v současnosti expandovat na nové trhy, kde je poptávka právě po těchto strojích na výrobu interiérových žaluzií. Na následujícím grafu je uveden podíl jednotlivých typů strojů na objemu tržeb společnosti.



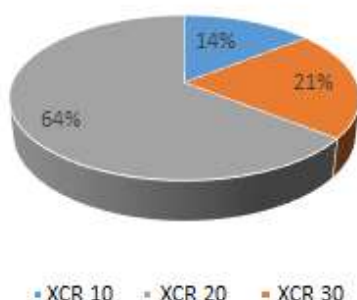
Obr. 2.2.1 Podíl jednotlivých typů strojů na tržbách společnosti

Stroje na výrobu interiérových žaluzií představují pouze 4 % tržeb společnosti, jak je uvedeno na obrázku č. 2.2.1. Při pokrytí celé poptávky by dle odhadu obchodního oddělení toto procento narostlo na 11 %, což představuje zvýšení celkových tržeb o 7 %. Pro firmu je prioritou vyrobit včas stroje pro externí žaluzie, které představují zdroj vyššího zisku. Současně se ale nechce vzdát zisku z výroby menších strojů na interní žaluzie, a to i kvůli nově se otevírajícím trhům, kde je poptávka právě po těchto strojích

představující možnost zvýšení zisku v budoucnosti.

Jako výrobní reprezentant byl tedy vybrán jeden ze strojů na výrobu interiérových žaluzií (XCR 20), přičemž cílem je vyrobit tyto stroje co nejefektivněji tak, aby nebyly omezeny výrobní kapacity pro výrobu strojů na zakázku, ale současně aby bylo možno pokrýt poptávku po interiérových strojích za stávajících kapacit. Stroj XCR 20 byl vybrán kvůli jeho nejvyššímu podílu na tržbách ze strojů na interiérové žaluzie. Podíly jednotlivých strojů jsou vedeny na následujícím obrázku č 2.2.2.

Podíl jednotlivých strojů



Obr. 2.2.2 Podíl jednotlivých typů strojů na tržbách strojů na výrobu interiérových žaluzií

Jedná se o stroj s automatickým navlékáním lamel do žebříčku přímo ve stroji s automatickým rozestavením stojanů. XCR 20 je určen pro stříhání hliníkových lamel o šířce 25 mm při výrobě horizontálních žaluzií do oken. Stroj je řízen průmyslovým počítačem, do nějž se zadávají požadované rozměry žaluzií, a to ručně přímo na klávesnici nebo automaticky přenosem ze systému [28]. Na následujícím obrázku je jeho finální vzhled vygenerovaný v programu SolidWorks.



Obr. 2.2.3 XCR 20 [28]



## **2.3 Tvorba mapy současného hodnotového toku – informační tok**

Pro mapování toku hodnot byly vybrány dva výrobky typu XCR 20 s číslem zakázky 15-327 a 15-032. V následujících podkapitolách je uveden informační tok výrobku č. 15-327 a v tabulkách jsou shrnuta veškerá data pro oba výrobky.

### **2.3.1 Přijetí objednávky – výrobek č. 15-327**

Hodnotový tok začíná u externího zákazníka, který kontaktuje obchodní oddělení společnosti s požadavkem na zhotovení výrobku. Úkolem pracovníka obchodního oddělení je sjednat všechny jeho požadavky na funkčnost výrobku, které jsou následně konzultovány s konstrukcí až do výsledné podoby výrobku. Dále jsou dohodnuty termíny dodání výrobku a poskytnutí komponentů k jeho testování. V tomto procesu dochází pouze k informačnímu toku, jeho trvání je individuální vzhledem k unikátnosti výrobků. Je to čas, který nepřidává hodnotu, jen umožňuje její tvorbu a neovlivňuje výrobní proces. Výsledkem je konečná podoba výrobku shrnutá v zadávacím protokolu, jež je součástí smlouvy se zákazníkem.

Jako počátek procesu je stanoveno přijetí smlouvy se zadávacím protokolem, která byla přijata obchodním oddělením dne 1.8.2016. Objednávka byla zpracována pracovníkem obchodního oddělení, tj. byla zaevidována do systému Helios. Tento program je používán společností pro řízení výroby, je tedy důležité do něj vložit data o zahájení a termínu ukončení zakázky a přidělit zakázce interní číslo, dle kterého bude evidována v rámci společnosti. Sledovaná zakázka má číslo 15-327 a termín dokončení byl 10.11.2016. Přijetí smluv je časově dopředu domluveno a pracovníkem očekáváno, ten ji tedy zpracoval za jednu hodinu a postoupil informaci o jejím přijetí vedoucímu konstrukce, tzn. zaslal mu zadávací protokol s číslem zakázky během 30 min., došlo tedy k přesunu informací z obchodního oddělení internímu zákazníkovi, který představuje konstrukce strojních částí. Tato elektronická informace byla v kopii postoupena také vedoucím dalších oddělení – výroby, technologie, elektrokonstrukce a skladu, tak aby byla zvýšena informovanost o nově přijaté zakázce.

### **2.3.2 Konstrukce**

Vedoucí konstrukce se k zakázce dostal až za dva dny, tedy po 21 hodinách pracovního času. Návrh výrobku rozplánoval do jednotlivých výrobních sestav a zadal práci příslušnému konstruktérovi během jedné hodiny. Vzhledem k tomu, že se jedná o standardně vyráběný výrobek, jehož díly jsou společné pro více typů výrobků, spočívá práce konstruktéra v kontrole zadávacího protokolu a zjištění úpravy výrobku dle požadavků zákazníka oproti standardnímu provedení výrobku. Ve sledovaném výrobku byly provedeny následující úpravy:

- Počet navlékacích stojánků: 6.
- Délka výrobní lamely ovlivňující délku odkládacího stolu – 4 m.
- Automatické zavádění lamely
- Mechanický doraz pro lepší skládání lamel

- Zpracování výkresové dokumentace zaslané zákazníkem týkající se velikosti a tvaru děrovacích otvorů a jejich následné zakreslení v programu SolidWorks a vytvoření nové výkresové dokumentace v rámci společnosti ZEBR s.r.o.

Po zapracování změn do výkresové dokumentace standardního výrobku byla vytvořena konkrétní výkresová dokumentace pro sledovaný výrobek. Celý tento nevýrobní proces, který je nutný pro dodání výrobku dle požadavků zákazníka, je časem přidávajícím hodnotu (VA) a je zpracován jedním konstruktérem za 15 hodin. Po dokončení modelovacích prací byla vytištěna výkresová dokumentace, která byla odnesena do technologického oddělení k dalšímu zpracování. Došlo k přesunu informací z konstrukce k internímu zákazníkovi technologii. Dalším informačním tokem bylo zaslání souborů ve formátu pdf do skladu a xls pro technologii, elektrokonstrukci, výrobu a montáž. Přípravení těchto souborů a jejich rozeslání trvalo 30 min.

### 2.3.3 Technologie

Výkresová dokumentace obdržená z konstrukce strojních částí byla dále zpracována odpovědným technologem. CAD systém SolidWorks využívaný pro tvorbu výkresové dokumentace není propojený s ERP programem Helios, který slouží k řízení výroby, musela být tedy nainportována data z xls souborů a tím vytvořen strom jednotlivých dílů (kusovník) sloužící jako podklad pro plánování a řízení výroby. Výkresy jsou rozděleny na výkresy dílů a výkresy sestav, každému bylo přiděleno unikátní číslo, počet kusů (společné pro více sestav) a číslo zakázky. Ke každé položce byl přiřazen technologický postup obsahující sled jednotlivých operací ve výrobě s přidělenými normohodinami na výrobní čas a čas přípravy pracoviště. Na jeho základě byla vytištěna na zadní stranu výkresu průvodka pro výrobu obsahující ještě čárový kód, pomocí něž je zaznamenáván čas příslušných prací na daném dílu.

Dalším úkolem technologa je objednání hutních polotovarů, které nejsou standardně drženy skladem, a zajistit práce prováděné v kooperaci. Musela být tedy technologem ještě vytvořena objednávka v programu Helios se sladěním jednotlivých termínů dodání tak, aby bylo možné kontrolovat, zda díly jsou včas na skladě nebo zda provedené práce budou ukončené v potřebném termínu. Informace o objednaných dílech byla zaslána na sklad. Kontrola a naskladnění již byly provedeny pracovníky skladu. Sledovaný stroj XCR 20 je standardní, proto práce technologa vedle objednání dílů a prací spočívala v kontrole technologického postupu, úpravě a zadání do výroby. Veškeré tyto práce byly provedeny během čtyř pracovních dní, tedy 32 hodin.

### 2.3.4 Elektrokonstrukce

V prvním kroku byla vedoucímu elektrokonstrukce zaslána informace o zpracovávání zakázky z obchodního oddělení. Na jejím základě byl vytištěn zadávací protokol a na jeho podkladě objednány díly, které nejsou vedeny skladem, a to servozesilovače, frekvenční měniče, servopohon a motory. Dodací doby těchto dílů se pohybují v rozmezí několika týdnů, je tedy nutné je objednat ihned po doručení objednávky od zákazníka. Vedoucí elektrokonstrukce se k doručenému emailu dostal po dvou hodinách, přičemž zpracování mu trvalo další dvě hodiny.

Druhým krokem práce elektrokonstrukce bylo kreslení plánů v programu SEE

Electrical CADddy++, kde se upravilo elektroschéma, přikreslily se stojánky a další úpravy, které byly provedeny na plánech předchozího stroje. Tyto práce byly prováděny až těsně před elektromontáží, protože elektrokonstruktér potřebuje vidět, jak bude stroj fyzicky vypadat, jak budou vypadat nástroje, kde budou bezpečnostní prvky. Vzhledem ke standardizovanosti výrobku zabraly tyto úpravy pracovníkovi 6 hodin práce.

### 2.3.5 Sklad

Pracovník skladu po obdržení výkresové dokumentace prošel jednotlivé výkresy dílů, oddělil od požadovaných vyráběných součástí ty, které je třeba objednat a které jsou drženy skladem, a vystavil objednávky. V následující tabulce jsou uvedeny objednávané díly a jejich dodací lhůty společně s díly objednanými elektrokonstrukcí a technologií na zakázce 15-327. Některé díly jsou vyráběny v individuálních rozměrech a specifikacích, jejich dodací lhůta je tím prodloužena.

Tab. 2.3.1 Objednávané díly a jejich dodací lhůty

Název dílu	Datum objednání	Datum dodání	Dodací doba
Pneumatiky do p. pohonu	10.8.2016	29.8.2016	19 dní
Odměřovací pravítko	10.8.2016	24.9.2016	45 dní
Profil	10.8.2016	16.8.2016	6 dní
Kolejnice	10.8.2016	17.8.2016	7 dní
Hutní materiál	10.8.2016	15.8.2016	5 dní
Servopohon	10.8.2016	9.9.2016	29 dní
Frekvenční měnič	10.8.2016	22.8.2016	12 dní
Servozesilovač	10.8.2016	24.8.2016	14 dní

Nakupované díly přicházejí na sklad, kde pracovníci skladu provádějí vstupní kontrolu a následně díly uskladní. Jejich příjem zaznamenají do systému, kde je každému dílu přiděleno identifikační číslo.

Pracovníci skladu postupně seskupují díly dle jednotlivých hlavních sestav tak, jak přicházejí z výroby nebo jsou naskladněny po dodání externím dodavatelem. Ve chvíli, kdy jsou k dispozici všechny díly z dané sestavy, je tento celek vyskladněn a předán montáži k zahájení montážních prací.

### 2.3.6 Shrnutí informačního toku výrobku č. 15-327

V následující tabulce jsou shrnuta data k informačnímu toku výrobku č. 15-327. Jsou zde uvedeny celkové časy přidávající hodnotu a časy nepřidávající hodnotu, které jsou tvořené ztrátovými časy z důvodu vytíženosti pracovníků a priorit v odbavování zakázek.

Tab. 2.3.2 Shrnutí informačního toku výrobku č. 15-327

Pracovště	Krok procesu	Čas přidávající hodnotu (hod)	Čas nepřidávající hodnotu (ztrátový čas čekání na další operaci) (hod)
Obchod	Přijetí a zpracování objednávky	1,5	21
Konstrukce a elektrokonstrukce	Zpracování výkresové dokumentace	18,5	13,5
Technologie	Zpracování technologických postupů	32	12
Sklad	Objednání materiálu a dílů	4	-

### 2.3.7 Informační tok výrobku č. 15-032

Informační tok výrobku č. 15-032 probíhal ve stejných krocích jen s jinými časovými intervaly, jeho informační tok je tedy uveden pouze ve formě souhrnné tabulky.

Tab. 2.3.3 Shrnutí informačního toku výrobku č. 15-032

Pracovště	Krok procesu	Čas přidávající hodnotu (hod)	Čas nepřidávající hodnotu (ztrátový čas čekání na další operaci) (hod)
Obchod	Přijetí a zpracování objednávky	1,5	15
Konstrukce a elektrokonstrukce	Zpracování výkresové dokumentace	20	14
Technologie	Zpracování technologických postupů	32	10
Sklad	Objednání materiálu a dílů	3	-

## 2.4 Tvorba mapy současného hodnotového toku – materiálový tok

### 2.4.1 Výroba dílů

Řízení výroby je prováděno pomocí ERP systému Helios, který sestavuje kapacitní plán výroby na základě kusovníku, který připravuje technologie. Jednotlivé díly jsou rozříděny do sestav na základě posloupnosti montáže.

Všechny výkresy jsou technologem zaneseny do řezárny, která představuje začátek procesu výroby. Odtud jsou poté jednotlivé polotovary přenášeny dle technologického postupu do regálů na jednotlivá další pracoviště dle priorit výroby, kde se řadí do fronty požadavků na zpracování.

Výroba je rozdělena dle postupu výrobních operací na pracoviště:

- Dělení materiálu (obsahuje malou, střední a velkou pásovou pilu).
- Soustružení konvenční (3 hrotové soustruhy).
- Soustružení CNC (2 CNC soustruhy).
- Soustružení CNC centrum.
- Frézování konvenční (2 vertikální a horizontální frézka).
- Frézování CNC (3 frézovací centra).
- Vrtání speciální (vertikální a horizontální vrtačka).
- Popouštění a žhání (popouštěcí a žhací pec).
- Kalení (kalící pec).
- Broušení na plocho (4 brusky na plocho).
- Broušení na kulato (bruska na vnější průměr, bruska na vnitřní otvory).
- Broušení profilové (profilová bruska).
- Vrtání elektroerozivní (elektroerozivní vrtačka).
- Řezání elektroerozivní (4 elektroerozivní drátořezy).
- Hloubení elektroerozivní (elektroerozivní hloubička).
- Ohýbání a ohraňování (ohraňovací lis).
- Zakružování (zakružovačka profilů a trubek).

Frézování CNC a elektroerozivní hloubení pracují na dvě směny (ranní a odpolední), ostatní pracoviště pracují na jednu směnu.

Díly jsou do výroby přiřazovány dle priority zakázky, kdy jednou týdně je aktualizována tabulka termínů komplety jednotlivých vyráběných strojů, na jejímž základě jsou poté priority přiřazeny. Stroj XCR 20 má oproti strojům vyrábějícím exteriérové žaluzie prioritu nízkou, výroba jeho jednotlivých dílů proto není kontinuální. Jednotlivé výrobní operace na dílcích probíhají pokud možno paralelně. V následující tabulce jsou uvedena pracoviště, která se podílela na výrobě dílů výrobku č. 15-327. U každého je uvedeno časové období, kdy práce probíhaly a skutečný a normovaný výrobní čas. Poměrně velká část dílů je také vyráběna s předstihem na sklad dle možností výroby. Hotové díly jsou odváženy do skladu, kde se kompletují dle jednotlivých sestav dílů.

Tab. 2.4.1 Souhrnné vyjádření spotřeby času pro výrobu dílů výrobku č. 15-327

Pracoviště	Datum zahájení prací	Datum ukončení prací	Skutečný výrobní čas (hod.)	Normovaný výrobní čas (hod.)	Skutečný čas/Normovaný (%)
Dělení materiálu	29.08.2016	04.10.2016	6,47	11,99	<b>54,0 %</b>
Soustružení konvenční	29.08.2016	08.10.2016	9,82	8,20	<b>119,8 %</b>
Soustružení CNC	04.10.2016	08.10.2016	4,25	1,83	<b>232,2 %</b>

Frézování konvenční	29.08.2016	07.10.2016	15,17	10,33	<b>146,9 %</b>
Frézování CNC	29.08.2016	07.10.2016	40,98	40,13	<b>102,1 %</b>
Vrtání speciální	01.09.2016	14.10.2016	11,90	8,59	<b>138,5 %</b>
Popouštění a žihání	07.09.2016	07.09.2016	1,00	0,33	<b>303,0 %</b>
Kalení	20.09.2016	19.10.2016	3,02	3,00	<b>100,7 %</b>
Broušení na plocho	13.09.2016	20.10.2016	17,70	9,95	<b>177,9 %</b>
Broušení na kulato	04.10.2016	05.10.2016	1,25	1,25	<b>100,0 %</b>
Černění	27.09.2016	14.10.2016	1,25	1,02	<b>122,5 %</b>
Vrtání elektroerozivní	16.09.2016	05.10.2016	0,95	1,04	<b>91,3 %</b>
Řezání elektroerozivní	12.09.2016	20.10.2016	46,08	40,75	<b>113,1 %</b>
Hloubení elektroerozivní	20.09.2016	18.10.2016	5,50	4,50	<b>122,2 %</b>
Ohýbání a ohraňování	29.08.2016	18.10.2016	2,00	1,73	<b>115,6 %</b>
Svařování	27.09.2016	10.10.2016	8,25	7,50	<b>110,0 %</b>
Zámečnické práce	31.08.2016	20.10.2016	52,43	35,85	<b>146,2 %</b>

Vzhledem ke skutečnosti, že tato práce se týká výroby stroje XCR 20 jako celku je v mapě hodnotového toku výroba jednotlivých dílů zobrazena jako jeden proces výroby dílů, které jsou potřebné ke konečnému vytvoření stroje. Výroba dílů probíhala od 29.8.2016 do 20.10.2016. 20.9.2016 bylo vyrobeno potřebné množství dílů, aby mohla započít montáž. Období mezi začátkem výroby dílů a tímto datem je tedy bráno jako doba čekání na vyrobení potřebných dílů a je rozdělena na čas přidávající hodnotu (41,75 hod.) a čas nepřidávající hodnotu (214,25 hod.), vztažené na pracovní dobu (2 směny za den). Zbytek dílů byl vyroben a převeden na sklad do 20.10.2016.

Pro příklad zobrazení toku hodnot ve výrobě byla vybrána sestava vodící tyče. V následující tabulce jsou uvedeny práce, které byly provedeny na tomto dílu s výrobními časy a datem jejich provedení. V příloze A je uvedena mapa hodnotového toku výroby této sestavy.

Tab. 2.4.2 Postup výroby vodící tyče

Datum	Skutečně odpracovaný čas (hod.)	Normovaný čas (hod.)	Skutečný čas/Normovaný (%)	Počet odváděných kusů	Skutečný čas přepočtený na 1 ks (hod.)
17.09.2016					
Řezání materiálu	0,08	0,25	32,0 %	2	0,04
19.09.2016					
Frézování konvenční	0,5	0,42	119,0 %	2	0,25
Zámečnické práce	0,17	0,15	113,3 %	2	0,09
20.09.2016					
Kalení	1,02	1	102,0 %	2	0,51
22.09.2016					
Broušení na plocho	0,83	0,42	197,6 %	2	0,41
23.09.2016					

Elektroerozivní řezání	1,17	1,17	100,0 %	2	0,59
29.09.2016					
Zámečnické práce	0,67	0,4	167,5 %	2	0,33
<b>Celkový součet</b>	<b>4,43</b>	<b>3,8</b>	<b>116,6 %</b>		<b>2,22</b>

V následující tabulce je uvedena výroba dílů výrobku č. 15-032. Oproti výrobku č. 15-327 byla v tomto případě jen malá část dílů vyrobena v předstihu na sklad.

Tab. 2.4.3 Souhrnné vyjádření spotřeby času pro výrobu dílů výrobku č. 15-032

Pracoviště	Datum zahájení prací	Datum ukončení prací	Skutečný výrobní čas (hod.)	Normovaný výrobní čas (hod)	Skutečný čas/ Normovaný (%)
Dělení materiálu	19.02.2016	06.06.2016	11,65	31,92	<b>36,5 %</b>
Soustružení konvenční	16.03.2016	06.06.2016	21,43	19,10	<b>112,2 %</b>
Soustružení CNC	10.03.2016	25.05.2016	12,07	9,67	<b>124,8 %</b>
Frézování konvenční	20.02.2016	08.06.2016	41,43	23,85	<b>173,7 %</b>
Frézování CNC	23.02.2016	03.04.2016	157,17	120,42	<b>130,5 %</b>
Vrtání speciální	20.02.2016	26.05.2016	20,40	18,47	<b>110,4 %</b>
Popouštění a žihání	25.02.2016	01.04.2016	2,50	1,25	<b>200,0 %</b>
Kalení	17.03.2016	28.04.2016	2,00	1,67	<b>119,8 %</b>
Broušení na plocho	02.03.2016	29.05.2016	25,03	18,70	<b>133,9 %</b>
Broušení na kulato	26.03.2016	23.04.2016	5,92	6,40	<b>92,5 %</b>
Černění	10.04.2016	08.06.2016	0,75	0,33	<b>227,3 %</b>
Vrtání elektroerozivní	22.04.2016	27.05.2016	2,02	2,65	<b>76,2 %</b>
Řezání elektroerozivní	05.03.2016	27.05.2016	54,67	47,42	<b>115,3 %</b>
Hloubení elektroerozivní	23.04.2016	25.05.2016	10,33	7,17	<b>144,1 %</b>
Ohýbání a ohraňování	19.03.2016	08.06.2016	10,42	11,75	<b>88,7 %</b>
Svařování	12.03.2016	08.06.2016	31,08	34,02	<b>91,4 %</b>
Zámečnické práce	27.02.2016	08.06.2016	122,57	77,17	<b>158,8 %</b>

Výroba dílů tohoto stroje probíhala od 19.2.2016 do 8.6.2016. Toto období je přibližně o měsíc delší, než u stroje č. 15-327, který měl větší počet uskladněných dílů. Do dne 27.4.2016 bylo vyrobeno dostatečné množství dílů, aby mohla započít montáž, tedy celkem za 48 dní. Toto období se skládá z 273,28 hod. času přidávajícího hodnotu a 494,72 hod. času nepřidávajícího hodnotu, vztaženo na pracovní dobu (2 směny za den).

## 2.4.2 Montáž

Montáž je prováděna v návaznosti na výrobu, k vyskladnění dílů pro montáž dochází až po kompletaci všech dílů z jednotlivých podsestav. Výrobek montuje jeden pracovník postupně dle stromu sestav. V následující tabulce jsou uvedena data a provedené práce na výrobku č. 15-327. Ke každé operaci je přiřazen skutečný odpracovaný čas a čas přidělený normou.

Tab. 2.4.4 Provedené montážní práce na výrobku č. 15-327

Datum montáže	Skutečně odpracovaný čas (hod.)	Normovaný čas (hod.)	Skutečný čas/ Normovaný (%)	Číslo operace v systému
20.09.2016				
Pohon řemenu	5,00	5,00	100,0 %	1.3
Sestava skříňky	1,00	1,00	100,0 %	1.4
21.09.2016				
Elektromontážní práce	6,70	7,00	95,7 %	1.10
22.09.2016				
Elektromontážní práce	6,70	7,00	95,7 %	1.10
23.09.2016				
Elektromontážní práce	5,00	5,00	100,0 %	1.10
Nosný profil	2,00	1,00	200,0 %	1.6
29.09.2016				
Kostka fixace	1,50	0,50	300,0 %	1.7
Napnutí řemenu	3,00	3,00	100,0 %	1.8
Rozvodná krabice	3,00	3,00	100,0 %	1.1.2
Naváděcí kostka	2,00	2,00	100,0 %	1.5
30.09.2016				
Naváděcí kostka	3,00	3,00	100,0 %	1.5
Bočnice	2,00	2,00	100,0 %	1.1.7
Vzpěra navlíkačky	0,50	0,50	100,0 %	1.1.1
Závaží TEXBANDU 25	0,50	0,50	100,0 %	1.5.6
Stohovače stojánu	2,25	2,30	97,8 %	1.1.5
03.10.2016				
Stohovače stojánu	1,50	1,50	100,0 %	1.1.5
Třmen stojánu	6,00	6,00	100,0 %	1.5.1
04.10.2016				
Třmen stojánu	6,00	6,00	100,0 %	1.5.1
05.10.2016				
Elektromontážní práce	6,70	7,00	95,7 %	1.10
11.10.2016				
Kostka stříhací	1,00	1,00	100,0 %	1.2
13.10.2016				
Přidržovací kladka	0,17	0,17	100,0 %	1.1:3
Třmen stojánu	6,00	6,00	100,0 %	1.5.1
18.10.2016				
Montáž přesunutí žebříčku	3,00	3,00	100,0 %	1.5.8
19.10.2016				
Montáž přesunutí žebříčku	1,50	1,50	100,0 %	1.5.8



Stohovače stojáňku	1,50	1,50	100,0 %	1.1.5
24.10.2016				
Střižník	2,00	2,00	100,0 %	1.43
26.10.2016				
Stohovače stojáňku	3,75	3,75	100,0 %	1.1.5
Stojánek	4,25	4,25	100,0 %	1.1.6
27.10.2016				
Stojánek	8,00	8,00	100,0 %	1.1.6
Celkový součet	95,52	94,47	101,1 %	

Po ukončení montáže byl výrobek 1.11.2016 elektricky oživen (nahrání programu servopohonů a řídicího počítače) a prohlédnut externími revizními technikami, kteří vydali revizní zprávu, na jejíž dodání se čekalo jeden den. Nakonec byl plně funkční stroj nafocen pro případné řešení problémů – podporu servisních pracovníků při navigaci oprav na dálku. Toto zdokumentování trvalo 30 min.

V následující tabulce je uveden přehled montážních prací na výrobku č. 15-032. Jedná se o stejný výrobek jako předchozí stroj, jeho montáž je tedy obdobná, sled operací je přizpůsoben pořadí naskladnění vyrobených dílů. Celkový montážní čas je 96,27 hodin.

Tab. 2.4.5 Provedené montážní práce na výrobku č. 15-032

Datum montáže	Skutečně odpracovaný čas (hod.)	Normovaný čas (hod.)	Skutečný čas/ Normovaný (%)	Číslo operace v systému
27.04.2016				
Kostka stříhací	0,75	1,00	75,0 %	1.2
04.05.2016				
Kostka fixace	1,50	0,50	300,0 %	1.7
06.05.2016				
Vzpěra navlíkačky	0,17	0,50	34,0 %	1.1.1
09.05.2016				
Stohovače stojáňku	8,00	8,00	100,0 %	1.1.5
11.05.2016				
Stohovače stojáňku	4,00	3,00	133,3 %	1.1.5
12.05.2016				
Nosný profil	4,00	3,00	133,3 %	1.6
13.05.2016				
Nosný profil	4,00	3,00	133,3 %	1.6
Stohovače stojáňku	2,00	2,00	100,0 %	1.1.5
Sestava skříňky	2,00	1,10	181,8 %	1.4
16.05.2016				
Třmen stojáňku	5,00	6,00	83,3 %	1.5.1

17.05.2016				
Stohovače stojánu	2,00	2,00	100,0 %	1.1.5
23.5.2016				
Elektromontážní práce	8,00	8,00	100,0 %	1.10
24.05.2016				
Pohon řemenu	5,00	5,00	100,0 %	1.3
Střížník	2,00	2,00	100,0 %	1.43
Stojánek	0,50	0,50	100,0 %	1.1.6
25.05.2016				
Stojánek	2,00	2,00	100,0 %	1.1.6
Přidržovací kladka	0,10	0,10	100,0 %	1.1.3
Rozvodná krabice	0,50	0,30	166,7 %	1.1.2
26.05.2016				
Stohovače stojánu	1,50	0,80	187,5 %	1.1.5
01.06.2016				
Bočnice	0,50	0,60	83,3 %	1.1.7
Montáž přesunutí žebříčku	4,50	4,50	100,0 %	1.5.8
Napnutí řemenu	3,00	3,00	100,0 %	1.8
02.06.2016				
Třmen stojánu	6,00	6,00	100,0 %	1.5.1
03.06.2016				
Naváděcí kostka	5,00	5,00	100,0 %	1.5
06.06.2016				
Závaží TEXBANDU 25	0,25	0,50	50,0 %	1.5.6
07.06.2016				
Elektromontážní práce	8,00	8,00	100,0 %	1.10
08.06.2016				
Elektromontážní práce	8,00	8,00	100,0 %	1.10
13.06.2016				
Stojánek	8,00	8,00	100,0 %	1.1.6
<b>Celkový součet</b>	<b>96,27</b>	<b>92,40</b>	<b>104,2 %</b>	

### 2.4.3 Interní přejímka a přejímka zákazníkem výrobku č. 15-327

Po dokončení montáže a oživení stroje proběhla interní přejímka výrobku dne 3.11.2016. Došlo při ní ke kontrole požadovaných parametrů produktu stroje (vyrobení lamel) zda je v souladu se zadávacím protokolem. Byla provedena kontrola výsledného balení – tvar, povrchové vady, polohy a rozměry otvorů a další. Dále byla zkontrolována rychlost stroje – jeho produktivita dle smlouvy. Interní přejímky byl účasten ředitel výroby, vedoucí konstrukce a montážník, který stroj montoval. Nebyly nalezeny žádné rozpory, přejímka trvala 1 hodinu.

Přejímka zákazníkem proběhla 4.11.2016. Byly zkontrolovány stejné parametry jako u interní přejímky, vedle zákazníka byl přítomen pracovník obchodního oddělení

a montážník, který stroj obsluhoval. Vše proběhlo v pořádku a výrobek byl po 2 hodinách na základě předávacího protokolu předán zákazníkovi

#### 2.4.4 Balení a expedice výrobku č. 15-327

Ihned po interní přejímce byla objednána balicí a expediční služba, která výrobek zabalila 8.11.2016. Dále byla domluvena data odvozu výrobku, připojení a zaškolení, které provádí společnost ZEBR s.r.o. u zákazníka. Výrobek byl zabalen na speciální dřevěné paletě a zajištěn proti posunutí, byl zabalen plachtou jako ochrana proti vlhkosti, prachu a povětrnostním vlivům. Výrobek byl odvezen k zákazníkovi externí expediční firmou dne 9.11.2016. V tento den byl výrobek po 8 hodinách nainstalován a další den byla zaučena obsluha.

#### 2.4.5 Shrnutí činností od konce montáže po expedici k zákazníkovi

V následujících tabulkách jsou shrnuty činnosti s jednotlivými časovými údaji, které byly na výrobcích provedeny od konce montáže po expedici k zákazníkovi. Jsou zde uvedeny časy práce na výrobcích – časy přidávající hodnotu a časy nepřidávající hodnotu vztažené k pracovní době.

Tab. 2.4.6 Přehled činností od montáže po expedici výrobku č. 15-327

Činnost	Čas přidávající hodnotu (hod)	Čas nepřidávající hodnotu (ztrátový čas čekání na další operaci) (hod)
Oživení a dokumentace	8	14
Interní přejímka	1	9
Přejímka zákazníkem	2	14
Balení	2	6

Tab. 2.4.7 Přehled činností od montáže po expedici výrobku č. 15-032

Činnost	Čas přidávající hodnotu (hod)	Čas nepřidávající hodnotu (ztrátový čas čekání na další operaci) (hod)
Oživení a dokumentace	8	1
Interní přejímka	1,5	8
Přejímka zákazníkem	3	5
Balení	2	2

#### 2.4.6 Mapa současného stavu

Na základě dat z předchozích podkapitol byly vytvořeny mapy současného stavu, které jsou uvedeny v příloze B1 pro výrobek č. 15-327 a v příloze B2 pro výrobek č. 15-032. Na mapách je vyznačen informační tok zleva doprava a materiálový tok zprava doleva.

Jedná se o procesní mapy zhotovení stroje XCR 20 dle jednotlivých kroků od přijetí objednávky obchodním oddělením po odeslání zákazníkovi. Mapy jsou zaměřeny na montáž výrobků, která je zde rozčleněna do jednotlivých kroků.

## 2.5 Analýza současného stavu

Z mapy současného stavu výrobku č. 15-327 lze vyčíst, že NVA čas informačního toku je 46,5 hodin ( $t_{NVAinf327}$ ) a VA čas je 56 hodin ( $t_{VAinf327}$ ). Celkový čas informačního toku je tedy 102,5 hodin ( $t_{inf327}$ ). Čas přidávající hodnotu montáže (včetně činností následujících po montáži do expedice stroje,  $t_{VAmont327}$ ) je 108,52 hodin, čas nepřidávající hodnotu ( $t_{NVAmont327}$ ) je 167,73 hod., celkový čas montáže ( $t_{mont327}$ ) je 276,25 hod. Po přičtení času dodání a vyrábění dílů je celkový čas přidávající hodnotu materiálového toku ( $t_{VAmat327}$ ) 150,27 hod. a celkový čas nepřidávající hodnotu materiálového toku ( $t_{NVAmat}$ ) je 421,28 hod, celkový čas materiálového toku ( $t_{mat32}$ ) je 572,25 hod. Po sečtení hodnot s informačním tokem jsou celkové hodnoty časů - časy přidávající hodnotu ( $t_{VA327}$ ) 206,27, časy nepřidávající hodnotu ( $t_{NVA327}$ ) 468,48 hod. a celkový čas cyklu (*lead time*<sub>327</sub>) je 674,75 hod. Výpočet VA-indexu je následující:

$$VA_{index (inf327)} = \frac{t_{VAinf327}}{t_{inf327}} \cdot 100 = \frac{56}{102,5} \cdot 100 = 54,6 \% \quad (2.1)$$

$$VA_{index (mont327)} = \frac{t_{VAmont327}}{t_{mont327}} \cdot 100 = \frac{108,52}{276,25} \cdot 100 = 39,3 \% \quad (2.2)$$

$$VA_{index (mat327)} = \frac{t_{VAmat327}}{t_{mat327}} \cdot 100 = \frac{150,27}{572,25} \cdot 100 = 26,3 \% \quad (2.3)$$

$$VA - index_{327} = \frac{t_{VA327}}{lead\ time_{327}} \cdot 100 = \frac{206,27}{674,75} \cdot 100 = 30,6 \% \quad (2.4)$$

VA-index informačního toku je tedy 54,6 %, montáže 39,3 %, materiálového toku včetně dodání a vyrobení dílů 26,3 %, celkový VA-index je 30,6 %.

Celý proces probíhal od 1.8.2016 do 9.11.2016, celkem 101 dní, z čehož pracovních dnů bylo 71, 28 dní připadlo na víkendy a dva dny byly svátky. Termín dodání byl 10.11.2016, kdy proběhlo sestavení a zaškolení pracovníků zákazníka, což souhlasí s předem stanoveným termínem, stroj byl tedy dodán včas.

Časy a výpočty pro výrobek č. 15-032 jsou následující

$$VA_{index (inf032)} = \frac{t_{VAinf032}}{t_{inf032}} \cdot 100 = \frac{56,5}{95,5} \cdot 100 = 59,2 \% \quad (2.5)$$

$$VA_{index (mont032)} = \frac{t_{VAmont032}}{t_{mont032}} \cdot 100 = \frac{112,77}{293} \cdot 100 = 38,5 \% \quad (2.6)$$

$$VA_{index (mat032)} = \frac{t_{VAmat032}}{t_{mat032}} \cdot 100 = \frac{386,05}{1\ 101} \cdot 100 = 35,8 \% \quad (2.7)$$

$$VA - index_{032} = \frac{t_{VA032}}{lead\ time_{032}} \cdot 100 = \frac{442,55}{1\ 196,5} \cdot 100 = 37,0\ \% \quad (2.8)$$

VA index informačního toku je 59,2 %, montáže 38,5 %, materiálového toku včetně dodání a výroby dílů 35,8 %, celkový VA index je 37,0 %.

Proces týkající se výrobku č. 15-032 začal přijetím objednávky dne 4.2.2016 a trval do dne expedice a to 17.6.2016.

## 2.6 Stanovení průběžné doby pro vyráběné díly

Pro stanovení průběžné doby byly vybrány následující dílce: brzdová kostka, hřídel a ukotvení drátu. V příloze E je vložena výkresová dokumentace těchto dílů výrobku č. 15-327. Polotovary vyráběných dílů projdou v průběhu výroby několika pracovišti, kde dochází k jejich opracování do výsledné podoby dílu. Předávání na následnou operaci je postupné, až po dokončení předchozí operace, na další pracoviště je předávána celá výrobní dávka.

### 2.6.1 Výroba brzdové kostky

Výroba daného dílu u výrobku č. 15-327 začíná vyskladněním materiálu ze skladu, který je přímo v řezárně materiálu, manipulační čas na počátku je 3 minuty. V řezárně materiálu byl materiál nařezán na požadovaný rozměr a v počtu kusů pro danou výrobní dávku, v tomto případě 6 ks. Čas přípravy tohoto pracoviště činil 5 minut, operační čas celé dávky 5 minut. Další operací je frézování. Doba klidu, kdy polotovary čekaly v meziskladu na přesun k další operaci činila celkem 44 hodin, manipulační čas mezi danými pracovišti byl 30 s. Čas klidu je dán vlivem priorit jiných vyráběných dílů. Čas přípravy pracoviště byl 10 minut a operační čas celé dávky 50 minut. Po frézování následovalo speciální vrtání, doba čekání na další operaci byla 10 hodin, manipulační čas mezi pracovišti 30 s, čas přípravy pracoviště 10 minut a operační čas celé dávky byl 50 minut. Další operací byly zámečnické práce – odjehlení, doba čekání na další operaci byla 8 hodin, manipulační čas 30 s, čas přípravy pracoviště 5 minut a operační čas celé dávky 15 minut. Po zámečnických pracích následovalo broušení na plocho, čas čekání na následující operaci byl 33 hodin, manipulační čas 30 s., čas přípravy pracoviště 10 minut a operační čas celé dávky 15 minut. Technologický postup byl zakončen zámečnickými pracemi – odjehlením, kdy doba čekání na další operaci činila 30 minut, manipulační čas byl 30 s, čas přípravy pracoviště 5 minut a operační čas celé dávky 10 minut. Odvezení do skladu hotových dílů trvalo 2 min. Technologický postup s jednotlivými časy je shrnut v následující tabulce.

Tab. 2.6.1 Technologický postup výroby brzdové kostky výrobku č. 15-327

Operace	Počet				
	ks	tpz (min)	top (min)	tm (min)	tk (min)
1 Řezání materiálu	6	5	5	3,0	2 640
2 Frézování	6	10	50	0,5	600
3 Speciální vrtání	6	10	50	0,5	480
4 Zámečnické práce	6	5	15	0,5	1 980

5 Broušení na plocho	6	10	15	0,5	30
6 Zámečnické práce	6	5	10	0,5	0
7 Přesun do skladu	6	0	0	2,0	0
<b>Celkem</b>	<b>45</b>	<b>145</b>	<b>7,5</b>	<b>5 730</b>	

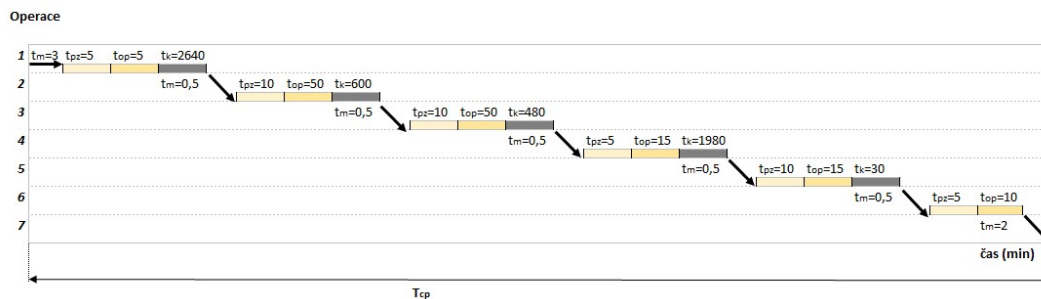
#### Výpočet průběžné doby pro výrobek č. 15-327

$$T_{cp} = \sum_{i=1}^q t_{pz\ i} + d_v \sum_{i=1}^q t_{op\ i} + \sum_{i,j=1,2}^{q,q+1} t_{m\ i,j} + \sum_{i,j=1,2}^{q=1,q} t_{k\ i,j} \quad (2.9)$$

kde  $t_{pz\ i}$  je čas přípravy a zakončení i-té operace,  $q$  je počet operací,  $t_{op\ i}$  je čas zpracování na každé i-té operaci,  $t_{m\ i,j}$  je manipulační doba mezi i-tou a následnou j-tou operací a  $t_{k\ i,j}$  – doba klidu – nečinnosti výrobního zařízení mezi i-tou a následnou j-tou operací.

$$\begin{aligned}
 T_{cpk327} &= \sum_{i=1}^6 t_{pz\ i} + d_v \sum_{i=1}^6 t_{op\ i} + \sum_{i=1}^7 t_{m\ i} + \sum_{i=1}^6 t_{k\ i} \\
 &= (5 + 10 + 10 + 5 + 10 + 5) + (5 + 50 + 50 + 15 + 15 + 10) \\
 &\quad + (3 + 0,5 + 0,5 + 0,5 + 0,5 + 0,5 + 2) \\
 &\quad + (2640 + 600 + 480 + 1980 + 30) \\
 &= (45) + (145) + (7,5) + (5\ 730) = 5\ 927,5 \text{ min} \quad (2.10)
 \end{aligned}$$

Průběžná doba výroby brzdové kostky výrobku č. 15-327 tedy činí 5 927,5 minut, což je 98,79 hod.



Obr. 2.6.1 Znáornění průběžné doby výroby brzdové kostky výrobku č. 15-327

Technologický postup výroby brzdové kostky výrobku č. 15-032 probíhal ve stejných krocích jako u předchozího výrobku. V následující tabulce jsou shrnuty jednotlivé časy, ze kterých se skládá průběžná doba výroby tohoto dílce.

Tab. 2.6.2 Technologický postup výroby brzdové kostky výrobku č. 15-032

Operace	Počet				
	ks	tpz (min)	top (min)	tm (min)	tk (min)
1 Řezání materiálu	6	5	5	3,0	12 480
2 Frézování	6	10	60	0,5	6 720

3 Speciální vrtání	6	10	45	0,5	840
4 Zámečnické práce	6	5	10	0,5	60
5 Broušení na plocho	6	10	25	0,5	30
6 Zámečnické práce	6	5	5	0,5	0
7 Přesun do skladu	6	0	0	2,0	0
<b>Celkem</b>		<b>45</b>	<b>150</b>	<b>7,5</b>	<b>20 130</b>

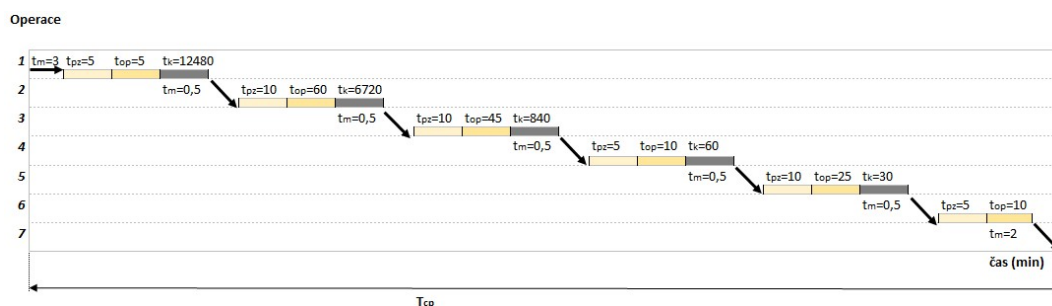
### Výpočet průběžné doby pro výrobek č. 15-032

$$T_{cp} = \sum_{i=1}^q t_{pz\ i} + d_v \sum_{i=1}^q t_{op\ i} + \sum_{i,j=1,2}^{q,q+1} t_{m\ i,j} + \sum_{i,j=1,2}^{q=1,q} t_{k\ i,j} \quad (2.11)$$

kde  $t_{pz\ i}$  je čas přípravy a zakončení  $i$ -té operace,  $q$  je počet operací,  $t_{op\ i}$  je čas zpracování na každé  $i$ -té operaci,  $t_{m\ i,j}$  je manipulační doba mezi  $i$ -tou a následnou  $j$ -tou operací a  $t_{k\ i,j}$  – doba klidu – nečinnosti výrobního zařízení mezi  $i$ -tou a následnou  $j$ -tou operací.

$$T_{cpk032} = \sum_{i=1}^5 t_{pz\ i} + d_v \sum_{i=1}^5 t_{op\ i} + \sum_{i=1}^6 t_{m\ i} + \sum_{i=1}^5 t_{k\ i} \\ = (45) + (150) + (7,5) + (20\ 130) = 20\ 332,5 \text{ min} \quad (2.12)$$

Průběžná doba výroby brzdové kostky výrobku č. 15-032 tedy činí 20 332,5 minut, což je 338,88 hod.



Obr. 2.6.2 Znáznornění průběžné doby výroby brzdové kostky výrobku č. 15-032

## 2.6.2 Výroba hřídele

Technologický postup výroby dílu s jednotlivými časy pro výrobek č. 15-327 je shrnut v následující tabulce.

Tab. 2.6.3 Technologický postup výroby hřídele výrobku č. 15-327

Operace	Počet ks	tpz (min)	top (min)	tm (min)	tk (min)
1 Řezání materiálu	6	5	5	3	30
2 Soustružení	6	5	29	0.5	1940
3 Zámečnické práce	6	10	30	0.5	300
4 Speciální vrtání	6	10	10	0.5	45

5 Černění	6	10	20	0.5	0
6 Přesun do skladu	6	0	0	2	0
<b>Celkem</b>		<b>40</b>	<b>94</b>	<b>7</b>	<b>2315</b>

#### Výpočet průběžné doby pro výrobek č. 15-327

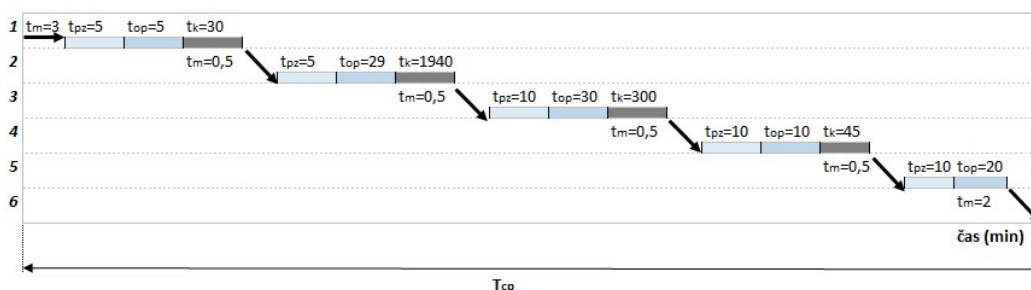
$$T_{cp} = \sum_{i=1}^q t_{pz\ i} + d_v \sum_{i=1}^q t_{op\ i} + \sum_{i,j=1,2}^{q,q+1} t_{m\ i,j} + \sum_{i,j=1,2}^{q=1,q} t_{k\ i,j} \quad (2.13)$$

kde  $t_{pz\ i}$  je čas přípravy a zakončení i-té operace,  $q$  je počet operací,  $t_{op\ i}$  je čas zpracování na každé i-té operaci,  $t_{m\ i,j}$  je manipulační doba mezi i-tou a následnou j-tou operací a  $t_{k\ i,j}$  – doba klidu – nečinnosti výrobního zařízení mezi i-tou a následnou j-tou operací.

$$T_{cph327} = \sum_{i=1}^5 t_{pz\ i} + d_v \sum_{i=1}^5 t_{op\ i} + \sum_{i=1}^6 t_{m\ i} + \sum_{i=1}^5 t_{k\ i} = (40) + (94) + (7) + (2315) = 2\,456 \text{ min} \quad (2.14)$$

Průběžná doba výroby hřídele tedy činí 2 456 minut, což je 40,93 hod.

Operace



Obr. 2.6.3 Znárodnění průběžné doby výroby hřídele výrobku č. 15-327

V následující tabulce jsou shrnuty časy pro výrobek č. 15-032.

Tab. 2.6.4 Technologický postup výroby hřídele výrobku č. 15-032

Operace	Počet ks	tpz (min)	top (min)	tm (min)	tk (min)
1 Řezání materiálu	6	5	5	3,0	7 680
2 Soustružení	6	5	35	0,5	2 520
3 Zámečnické práce	6	10	40	0,5	420
4 Speciální vrtání	6	10	5	0,5	2 280
5 Černění	6	10	20	0,5	0
6 Přesun do skladu	6	0	0	2,0	0
<b>Celkem</b>		<b>40</b>	<b>105</b>	<b>7,0</b>	<b>12 900</b>

#### Výpočet průběžné doby pro výrobek č. 15-032



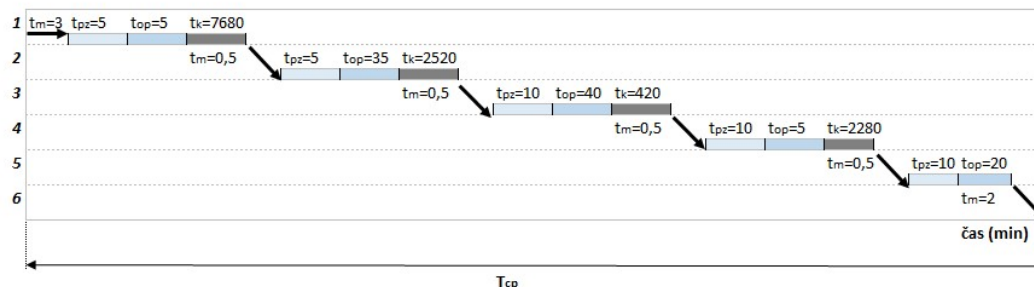
$$T_{cp} = \sum_{i=1}^q t_{pz\ i} + d_v \sum_{i=1}^q t_{op\ i} + \sum_{i,j=1,2}^{q,q+1} t_{m\ i,j} + \sum_{i,j=1,2}^{q=1,q} t_{k\ ij} \quad (2.15)$$

kde  $t_{pz\ i}$  je čas přípravy a zakončení i-té operace,  $q$  je počet operací,  $t_{op\ i}$  je čas zpracování na každé i-té operaci,  $t_{m\ i,j}$  je manipulační doba mezi i-tou a následnou j-tou operací a  $t_{k\ ij}$  – doba klidu – nečinnosti výrobního zařízení mezi i-tou a následnou j-tou operací.

$$\begin{aligned} T_{cph032} &= \sum_{i=1}^5 t_{pz\ i} + d_v \sum_{i=1}^5 t_{op\ i} + \sum_{i=1}^6 t_{m\ i} + \sum_{i=1}^5 t_{k\ i} \\ &= (40) + (105) + (7) + (12\ 900) = 13\ 052 \text{ min} \end{aligned} \quad (2.16)$$

Průběžná doba výroby hřídele výrobku č. 15-032 tedy činí 13 052 minut, což je 217,53 hod.

Operace



Obr. 2.6.4 Znáornění průběžné doby výroby hřídele výrobku č. 15-032

## 2.6.3 Výroba ukotvení drátu

V následující tabulce je shrnut technologický postup výroby dílu ukotvení drátu výrobku č. 15-327.

Tab. 2.6.5 Technologický postup výroby ukotvení drátu výrobku č. 15-327

Operace	Počet				
	ks	tpz (min)	top (min)	tm (min)	tk (min)
1 Řezání materiálu	6	5	5	3,0	240
2 CNC frézování - 5 os	6	30	60	0,5	3 520
3 Zámečnické práce	6	5	6	0,5	180
4 Speciální vrtání	6	5	12	0,5	90
5 Zámečnické práce	6	5	30	0,5	0
6 Přesun do skladu	6	0	0	2,0	0
<b>Celkem</b>		<b>50</b>	<b>113</b>	<b>7,0</b>	<b>4 030</b>

Výpočet průběžné doby pro výrobek č. 15-327

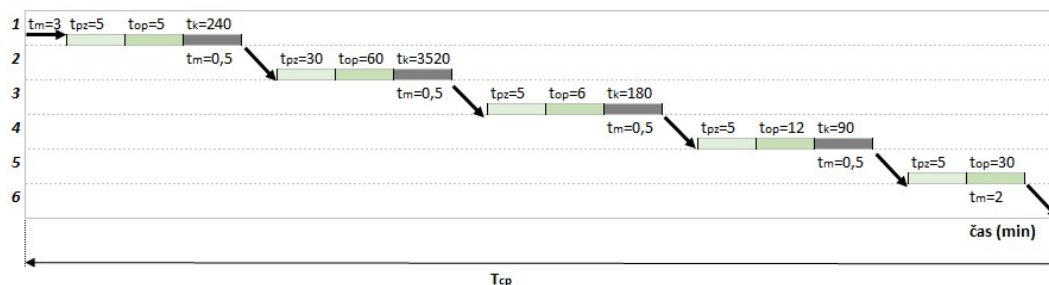
$$T_{cp} = \sum_{i=1}^q t_{pz\ i} + d_v \sum_{i=1}^q t_{op\ i} + \sum_{i,j=1,2}^{q,q+1} t_{m\ i,j} + \sum_{i,j=1,2}^{q=1,q} t_{k\ ij} \quad (2.17)$$

kde  $t_{pz\ i}$  je čas přípravy a zakončení i-té operace,  $q$  je počet operací,  $t_{op\ i}$  je čas zpracování na každé i-té operaci,  $t_{m\ i,j}$  je manipulační doba mezi i-tou a následnou j-tou operací a  $t_{k\ ij}$  – doba klidu – nečinnosti výrobního zařízení mezi i-tou a následnou j-tou operací.

$$T_{cpu327} = \sum_{i=1}^5 t_{pz\ i} + d_v \sum_{i=1}^5 t_{op\ i} + \sum_{i=1}^6 t_{m\ i} + \sum_{i=1}^5 t_{k\ i} = (50) + (113) + (7) + (4\ 030) = 4\ 200 \text{ min} \quad (2.18)$$

Průběžná doba výroby ukotvení drátu výrobku č. 15-327 tedy činí 4 200 minut, což je 70,00 hod.

Operace



Obr. 2.6.5 Znáornění průběžné doby výroby ukotvení drátu výrobku č. 15-327

V následující tabulce jsou shrnuty časy pro výrobek 15-032.

Tab. 2.6.6 Technologický postup výroby ukotvení drátu výrobku č. 15-032

Operace	Počet				
	ks	tpz (min)	top (min)	tm (min)	tk (min)
1 Řezání materiálu	6	5	5	3,0	3 360
2 CNC frézování - 5 os	6	30	45	0,5	2 700
3 Zámečnické práce	6	5	9	0,5	360
4 Speciální vrtání	6	5	14	0,5	2 280
5 Zámečnické práce	6	5	28	0,5	0
6 Přesun do skladu	6	0	0	2,0	0
<b>Celkem</b>		<b>50</b>	<b>101</b>	<b>7,0</b>	<b>8 700</b>

**Výpočet průběžné doby pro výrobek č. 15-032**

$$T_{cp} = \sum_{i=1}^q t_{pz\ i} + d_v \sum_{i=1}^q t_{op\ i} + \sum_{i,j=1,2}^{q,q+1} t_{m\ i,j} + \sum_{i,j=1,2}^{q=1,q} t_{k\ ij} \quad (2.19)$$

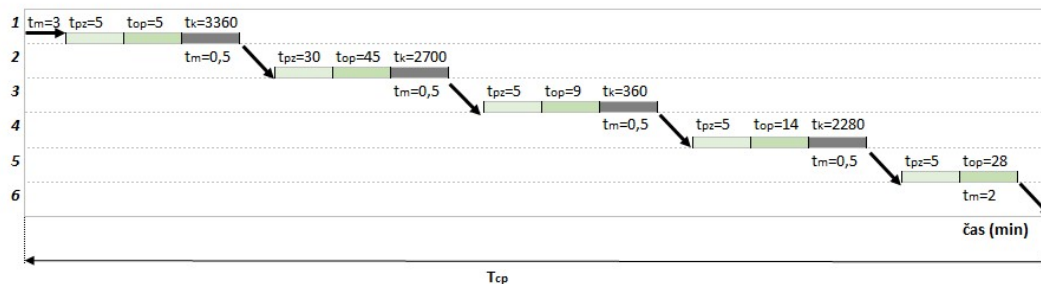
kde  $t_{pz\ i}$  je čas přípravy a zakončení i-té operace,  $q$  je počet operací,  $t_{op\ i}$  je čas zpracování

na každé i-té operaci,  $t_{m\ i,j}$  je manipulační doba mezi i-tou a následnou j-tou operací a  $t_{k\ ij}$  – doba klidu – nečinnosti výrobního zařízení mezi i-tou a následnou j-tou operací.

$$T_{cpu032} = \sum_{i=1}^5 t_{pz\ i} + d_v \sum_{i=1}^5 t_{op\ i} + \sum_{i=1}^6 t_{m\ i} + \sum_{i=1}^5 t_{k\ i} = (50) + (101) + (7) + (8\ 700) = 8\ 858\ \text{min} \quad (2.20)$$

Průběžná doba výroby ukotvení drátu tedy činí 8 858 minut, což je 147,63 hod.

Operace

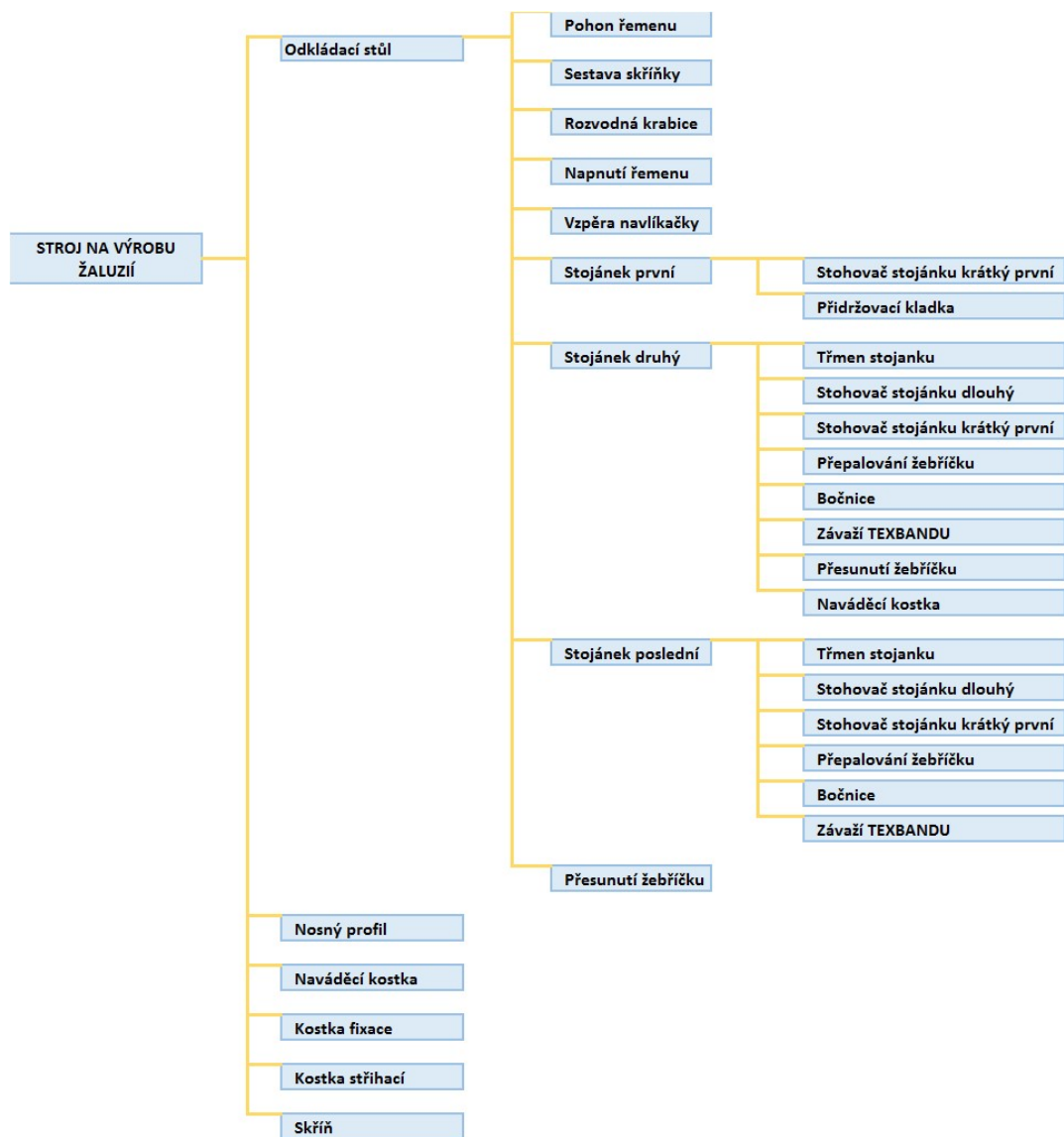


Obr. 2.6.6 Znáznornění průběžné doby výroby ukotvení drátu výrobku č. 15-032

## 2.7 Montážní schéma a výpočet průběžné doby montáže

Společnost ZEBR s.r.o. má montáž organizovanou stacionárně soustředěně. Jedná se o jednu výrobní halu, kde jsou prováděny veškeré montážní práce na daném stroji na jednom místě příslušnými pracovníky, kteří jsou odborně zaškolení. V této hale jsou prováděny veškeré montážní činnosti a jsou zde k dispozici veškerá zařízení potřebná k montáži stroje. Toto uspořádání odpovídá typu výroby společnosti, a to kusové a malosériové výrobě, i druhu výrobku, což jsou velké těžké stroje, jejichž přesun je obtížný. Montáž tvoří přibližně 28% z celkové výrobní plochy a je tvořena z 58 % plochou montážního pracoviště, plochou dopravních cest z 24 %, plochou meziskladů z 8 % a 10 % jsou ostatní plochy.

Montáž probíhá dle jednotlivých montážních celků podle toho, jak jsou uspořádány do jednotlivých sestav a také jak jsou jednotlivé díly naskladněny z výroby. Na následujícím obrázku je uvedeno montážní schéma stroje XCR 20, které je shodné pro oba dva sledované výrobky.



Obr. 2.7.1 Montážní schéma stroje XCR 20

### 2.7.1 Výpočet průběžné doby montáže

V následující tabulce jsou shrnuta získaná data pro výpočet průběžné doby montáže výrobku č. 15-327 a 15-032.

Tab. 2.7.1 Celkové časy pro výpočet průběžné doby montáže

Výrobek č.	Počet ks	$t_{pz}$ (min)	$t_{op}$ (min)	$t_m$ (min)	$t_k$ (min)
15-327	1	330	5 731,2	220	7 003,8
15-032	1	360	5 896,2	240	9 493,8

Montáž probíhá postupným způsobem. K jejímu výpočtu je tedy použit vzorec

$$T_{cp} = \sum_{i=1}^q t_{pz\ i} + d_v \sum_{i=1}^q t_{op\ i} + \sum_{i,j=1,2}^{q,q+1} t_{m\ i,j} + \sum_{i,j=1,2}^{q=1,q} t_{k\ ij} \quad (2.21)$$

kde  $t_{pz\ i}$  je čas přípravy a zakončení  $i$ -té operace,  $q$  je počet operací,  $t_{op\ i}$  je čas zpracování na každé  $i$ -té operaci,  $t_{m\ i,j}$  je manipulační doba mezi  $i$ -tou a následnou  $j$ -tou operací a  $t_{k\ ij}$  – doba klidu – nečinnosti výrobního zařízení mezi  $i$ -tou a následnou  $j$ -tou operací.

$$\begin{aligned} T_{cp\ mont327} &= \sum_{i=1}^5 t_{pz\ i} + d_v \sum_{i=1}^5 t_{op\ i} + \sum_{i=1}^6 t_{m\ i} + \sum_{i=1}^5 t_{k\ i} \\ &= (330) + (5\ 731,2) + (220) + (7\ 003,8) = 13\ 285\ \text{min} \end{aligned} \quad (2.22)$$

$$\begin{aligned} T_{cp\ mont032} &= \sum_{i=1}^5 t_{pz\ i} + d_v \sum_{i=1}^5 t_{op\ i} + \sum_{i=1}^6 t_{m\ i} + \sum_{i=1}^5 t_{k\ i} \\ &= (360) + (5\ 896,2) + (240) + (9\ 493,8) = 15\ 990\ \text{min} \end{aligned} \quad (2.23)$$

Průběžná doba montáže výrobku č. 15-327 činí 13 285 minut, což je 221,4 hod., průběžná doba montáže výrobku č. 15-032 je 15 990 minut, tedy 266,5 hod.

## 2.8 Nalezení plýtvání a návrh řešení

### 2.8.1 Plýtvání v informačním toku

Při pohledu na informační tok v mapě hodnotového toku je patrná dlouhá doba zpracovávání zakázky v technologii. Ta je způsobena nepropojením CAD systému Solidworks se systémem Helios řídícím výrobu. Technolog tak musí jednotlivé díly z výkresové dokumentace naimportovat z jednoho programu do druhého, což jej stojí čas. Jako návrh řešení se zde jeví aplikace nového software, kde by nebylo nutné data ručně importovat, ale došlo by k propojení mezi oběma systémy. Dalším důvodem dlouhého zpracování technologií je unikátnost dílů, kde společnost málo využívá dědičnosti a standardizace.

Nový systém by také pomohl skladu, kde jsou jednotlivé díly roztříděny na nakupované, vyráběné a skladované. Obsluha skladu včetně evidence probíhá ručně, dala by se také racionalizovat. Práce skladníka by se takto zkrátila na polovinu (2 hodiny). Celkem by se dle odhadu vedoucího technologie ušetřilo 8 hodin práce technologie a 2 hodiny práce skladu.

### 2.8.2 Plýtvání v materiálovém toku

Při pohledu na hodnotový tok montáže je patrné opětovné vracení se k montáži určitých sestav. Montáž by ale měla probíhat plynule po jednotlivých sestavách a podsestavách za sebou dle montážního schématu. Jsou zde také vidět poměrně dlouhé časy nepřidávající hodnotu mezi jednotlivými kroky montáže. U výrobku č. 15-327 je to celkem 167,73 hodin a u výrobku č. 15-032 180,23 hodin, tedy o 13,5 hodin více. Tyto časy jsou převážně způsobeny nepřipraveností dílů k montáži, kdy montáž čeká na

naskladnění dílů z výroby. Často se stává, že chybí pouze několik málo zásadních dílů ke kompletaci daného montážního celku, i když většina ostatních dílů je již k dispozici na skladě a montáž musí čekat na jejich kompletaci. Tento problém je na jedné straně způsoben vytížeností výroby a prioritami ve výrobě, na druhé straně ale také nedůslednou kontrolou při výrobě dílů pro jednotlivé sestavy.

V materiálovém toku se tedy jako hlavní zdroj plýtvání jeví výroba. Vzhledem k jejímu dlouhému trvání a nepřímé návaznosti operací se zdá, že není řízena racionálně. Dochází zde k prostojům a častým změnám výrobního sortimentu, což je způsobeno i kusovostí výroby. V současné době je řízena na základě priorit zakázek a posloupností montáže. Přidáním priority dle podobnosti výrobního postupu by mohlo dojít ke snížení časů pro přestavování výrobních strojů na odlišné součástky. Stává se, že bývá vyráběn jeden díl, jehož výrobní čas stroje je 5 minut, ale čas přípravy pracoviště je 20 minut. Pokud je za sebou takto vyráběno několik podobných či stejných dílů, dochází k velkým prostojům způsobeným právě přípravou pracoviště. Současný systém nenabízí takovou možnost řízení výroby. Dalším problémem současného systému je špatné sledování výrobního času. Skutečný výrobní čas byl dle systému u výrobku č. 15-327 228 hodin, přičemž norma byla 188, což je přesah normy o 21,3 %. U výrobku č. 15-032 byl skutečný výrobní čas 534 hodin a normovaný 432 hodin, tedy o 23,6 % více. Výrobní čas obsahuje jak čas práce stroje, tak přípravu pracoviště. Pro plánování výroby je třeba tyto časy rozdělit tak, aby bylo jasné patrné, kolik času se stráví přípravou pracoviště.

Potíže s řízením výroby jsou patrné i z výpočtu průběžné doby. V následující tabulce je uveden souhrn průběžných dob výroby pro sledované dílce a jednotlivé výrobky.

Tab. 2.8.1 Přehled stanovených průběžných dob výroby pro vybrané dílce

Průběžná doba (min)	Brzdová kostka		Hřídel		Ukotvení drátu	
	15-327	15-032	15-327	15-032	15-327	15-032
$t_{pz}$	45	45	40	40	50	50
$t_{op}$	145	150	94	105	113	101
$t_m$	7.5	7.5	7	7	7	7
$t_k$	5 730	20 140	2 315	12 900	4030	8700
<b>Celkem</b>	<b>5 928</b>	<b>20 343</b>	<b>2 456</b>	<b>13 052</b>	<b>4 200</b>	<b>8 858</b>
<i>Celkem (hod.)</i>	<i>98,79</i>	<i>339,04</i>	<i>40,93</i>	<i>217,53</i>	<i>70,00</i>	<i>147,63</i>

Z tabulky je patrná velmi dlouhá průběžná doba způsobená čekáním na zpracování na další operaci. Protože sledované výrobky typu XCR 20 mají v rámci výroby nízkou prioritu, díly jsou do výroby zařazovány až po výrobě dílů pro stroje na exteriérové žaluzie, které mají prioritu vyšší. Doba klidu u sledovaných dílů dosahuje délky až 20 342 minut, což je 339 hod., přičemž v ideálním případě by měla být minimální. Tato skutečnost může být způsobena vytížeností výrobních kapacit. V následující tabulce je uvedena vytíženost jednotlivých pracovišť v %.

Tab. 2.8.2 Vytíženost jednotlivých pracovišť

Pracoviště	Vytíženost (%)	Pracoviště	Vytíženost (%)
Broušení na kulato	98%	CNC Soustružení	63%
Broušení na plocho	96%	Řezání materiálu	60%
CNC frézování	94%	Frézování	51%
Svařovna	92%	Žihání	47%
Speciální vrtání	83%	Ohraňování	44%
CNC frézování - 5 os	81%	Černění	38%
Elektroerozivní řezání	80%	Kalení	28%
Soustružení	78%	Ohýbání	28%
Elektroerozivní hloubení	77%	Elektroerozivní vrtání	16%
Zámečnické práce	73%		

Vedle vytíženosti výrobních kapacit můžou být dlouhé doby klidu způsobeny nedůsledností při plánování a řízení výroby.

V příloze C jsou uvedeny mapy hodnotového toku s vyznačenými plýtváními.

### 2.8.3 Návrh řešení

Jak již bylo uvedeno výše, jako jedno z řešení plýtvání se jeví zavedení nového systému pro řízení procesů ve společnosti. Tento systém by měl být schopen integrovat informace ze všech úseků společnosti tak, aby docházelo ke zrychlení informačního toku a zpracování dat a měl by také být schopen lépe podporovat plánování a řízení výroby dle potřeb společnosti. Jak již bylo uvedeno výše, ve výrobě dochází k velkým prostojům z důvodu přípravy pracoviště, je tedy třeba, aby nový systém podporoval výrobu v dávkách, a tím by docházelo k minimalizaci těchto časů.

Dalším velkým problémem současného systému je sledování výrobních časů. Pro správné plánování a řízení výroby je sledování výrobních časů velmi důležité. V současném systému, kde výrobní čas není rozdělen na jednotlivé časy přípravy a samotné práce stroje, nelze efektivně sledovat vytíženost a výkonnost jednotlivých pracovišť a pracovníků. Skutečný výrobní čas a normovaný čas získávaný v současnosti se liší o 21 % u výrobku č. 15-327 a o 23 % u výrobku 15-032. Ve stávající situaci sledování časů je obtížné rozhodnout, zda je to způsobeno neefektivní prací či špatně stanovenou normou. Takto rozdílné časy vytváří problémy při stanovování kapacit pro plánování výroby, které poté vyúsťují k časové tísní při dodržování termínů ve výrobě.

Je zajímavé, že skutečný výrobní čas přesahuje u obou strojů normovaný čas téměř shodně, a to okolo 22 %. Tato skutečnost poukazuje na možnost chybného stanovování normovaných časů. V následující tabulce jsou data o plnění normovaného času jednotlivých pracovišť při výrobě sledovaných výrobků.

Tab. 2.8.3 Plnění normovaného času jednotlivých pracovišť

Pracoviště	Podíl skutečného a normovaného času, výrobek č. 15-327	Podíl skutečného a normovaného času, výrobek č. 15-032
Dělení materiálu	54,0 %	36,5 %
Soustružení konvenční	119,8 %	112,2 %
Soustružení CNC	232,2 %	124,8 %
Frézování konvenční	146,9 %	173,7 %
Frézování CNC	102,1 %	130,5 %
Vrtání speciální	138,5 %	110,4 %
Popouštění a žihání	303,0 %	200,0 %
Kalení	100,7 %	119,8 %
Broušení na plocho	177,9 %	133,9 %
Broušení na kulato	100,0 %	92,5 %
Černění	122,5 %	227,3 %
Vrtání elektroerozivní	91,3 %	76,2 %
Řezání elektroerozivní	113,1 %	115,3 %
Hloubení elektroerozivní	122,2 %	144,1 %
Ohýbání a ohraňování	115,6 %	88,7 %
Svařování	110,0 %	91,4 %
Zámečnické práce	146,2 %	158,8 %

V tabulce jsou červeně zvýrazněny hodnoty vyšší o 20 % než je normovaný čas a zeleně hodnoty o 20 % nižší než je normovaný čas. Z dat je patrné, že pracoviště dělení materiálu má normu výrazně vyšší, zatímco další pracoviště (soustružení CNC, frézování konvenční, popouštění a žihání, broušení na plocho, černění, hloubení elektroerozivní a zámečnické práce) mají normu nižší, než je třeba. Společnost by tedy měla zvážit úpravu normovaných časů u těchto pracovišť.

K dalšímu snížení výrobního času by mohla pomoci standardizace dílů. V současné době společnost vyrábí spoustu unikátních výrobků a k tomu také spoustu unikátních dílů. Přičemž spoustu dílů používaných k sestavení výrobků lze standardizovat, což by pro výrobu také znamenalo snazší plánování a snížení průběžné doby. Ke standardizaci je však potřeba čas konstruktérů, kteří by standardizované díly vybírali, navrhovali standardizaci a sestavovali. Takovéto úpravy ve výrobě by dle odhadu mohly vést ke snížení výrobního času o celé dva dny, tedy 16 hodin.

Při pohledu na dlouhou průběžnou dobu výroby a vytíženost některých pracovišť se nabízí otázka investic do strojního vybavení. Při zvažování této možnosti je třeba vycházet z vysokých nákladů na pořízení a provoz dalšího zařízení, což v případě velmi vytížených pracovišť jako je broušení na kulato, broušení na plocho, CNC frézování a svařovna je otázka desítek milionů korun.

V následující tabulce jsou uvedeny průměrné hodnoty doby klidu před a po zpracování na sledovaných pracovištích v rámci výpočtu průběžné doby.



Tab. 2.8.4 Průměrné hodnoty doby klidu před a po zpracování na sledovaných pracovištích

Pracoviště	Před (min)	Po (min)
Řezání materiálu		4 405
Frézování	7 560	3 660
CNC frézování - 5 os	1 800	3 110
Soustružení	3 855	2 230
Speciální vrtání	1 430	1 003
Zámečnické práce	1 377	3 300
Broušení na plocho	1 020	30

Vzhledem k vytíženosti pracovišť lze očekávat, že pracoviště vytížená hodně budou mít dlouhou dobu klidu před zpracováním (dlouhá čekací doba, než se díl dostane na řadu) a naopak pracoviště s nižší vytížeností budou mít dlouhou dobu klidu po zpracování na dané operaci (díky nízké vytíženosti dokáží odbavovat díly rychleji, než ostatní pracoviště). Z tabulky je patrná dlouhá doba klidu po zpracování pracovištěm řezání materiálu a frézování (více jak 3 500 minut), což odpovídá jejich nižší vytíženosti. Dlouhou dobu zpracování před operací mají pracoviště frézování a soustružení, což ale nejsou pracoviště s velkou vytížeností, oproti tomu pracoviště s vysokou vytížeností (broušení na plocho a speciální vrtání) mají dobu klidu před operací krátkou. Z tohoto lze usuzovat, že je třeba nejdříve se zaměřit na racionalizaci plánování a řízení výroby a až poté uvažovat nad nákladnými investicemi do strojního vybavení, které by nemuselo přinést požadovaný efekt. Zvýšení objemu vykonané práce může být dočasně zabezpečeno pomocí přesčasů, eventuálně i práce o víkendu nebo využitím kooperací.

Racionalizací řízení a plánování výroby pomocí zavedení nového systému pro řízení výroby by se tak mohlo dle odhadu příslušných pracovníků uspořít 16 hodin čekání na díly a 2 hodiny práce montáže. Další úspory by byly možné ve výrobě, snížila by se dlouhá doba klidu a časy nepřidávající hodnotu. V tomto případě je ale jen velmi obtížné odhadnout přínos pro proces výroby sledovaných výrobků.

Při pohledu na celkový procesní čas, trvalo zhotovení výrobku č. 15-327 o 500 hodin méně. To je způsobeno tím, že velká část dílů byla vyráběna v předstihu na sklad oproti výrobku č. 15-032, kde byly veškeré díly zadány do výroby až po přijetí objednávky. Nabízí se zde otázka, zda nevyrábět na sklad alespoň část dílů jako předzásobení tak, aby následný proces zhotovení výrobku byl urychlen a byly ušetřeny časy ve výrobě při zpracování ve větších dávkách. Výroba na sklad s sebou ale přináší náklady v podobě skladování a vázání finančních prostředků do polotovarů a skladových zásob. K vyčíslení investice je třeba ocenit veškeré vyráběné díly interními cenami, což v současné době společnost neprovádí. Hodnotu skladových zásob lze také ocenit pomocí hodin odpracovaných na sledovaných dílech a vstupním materiálu a polotovarech, které jsou potřeba k výrobě daných dílů. Díly vyrobené na sklad u výrobku č. 15-327 představovaly pro společnost 239,97 výrobních hodin, což v interních cenách (1200 Kč/ hod.) činí 287 960,- Kč. Nakupovaný hutní materiál pro tyto díly činil 316 941,- Kč, celkem tedy 604 901,- Kč. Skladové prostory společnosti jsou dostačující a vyráběné díly nepotřebují speciální skladování, skladové náklady tedy nejsou brány v úvahu. Vyráběním v dávkách by se dalo ušetřit celkem 112,4 hodin výroby sestávajících z přípravy pracoviště a

manipulace, v interních cenách 134 880,- Kč. Celková vložená investice do navrhovaných řešení je 470 021,- Kč, uspořené náklady jsou 134 880,- Kč a zhotovovací proces se zkrátí o 34 kalendářních dní. Z těchto údajů vyplývá doporučení pro společnost při zavádění nového systému řízení a plánování výroby počítat i s výrobou na sklad.

## 2.8.4 Ekonomické vyhodnocení

Navrhovaná řešení s sebou přináší náklady. Nový software stojí přibližně 4 000 000,- Kč, přičemž stroje na výrobu interiérových žaluzií tvoří pouze 4 % tržeb, příslušný podíl připadající na ně tedy je 160 000,- Kč. Práce konstruktérů je ohodnocena na 850,- Kč na hodinu, přičemž práce na standardizaci by zabrala přibližně 6 měsíců jednomu konstruktérovi, což je 960 hodin, celkem tedy 816 000,- Kč, podíl připadající na stroje pro exteriérové žaluzie (opět 4%) je 32 640,- Kč.

Ušetřilo by se 10 hodin práce technologie a skladu, což je 8 500,- Kč, 16 hodin výroby, která je hodnocena 1 200 Kč/hodinu, celkem 19 200 Kč, a 2 hodiny montáže, což je 2 000,- Kč. Na jednom stroji by se tedy ušetřily výrobní náklady celkem za 29 700,- Kč, což při přepočtu na celkový počet vyráběných strojů tohoto typu vytváří roční úsporu 118 800,- Kč. Náklady jsou celkem 192 640,- Kč, návratnost investice je tedy 1,6 roku. Uvedené výpočty jsou shrnuty v následující tabulce.

Tab. 2.8.5 Propočet návratnosti investice dle navrhovaných řešení

Náklady	Celkem (Kč)	Na objem produkce strojů na výrobu exteriérových žaluzií (Kč)
<b>Nový software</b>	4 000 000 Kč	160 000 Kč
<b>Práce konstruktéra na standardizaci (850 Kč/hod.)</b>	816 000 Kč	32 640 Kč
<b>Celkem</b>	4 816 000 Kč	192 640 Kč
Přínosy	Na 1 vyrobený stroj	Na objem produkce strojů na výrobu exteriérových žaluzií (Kč)
<b>10 hodin práce technologie a skladu (850 Kč/hod.)</b>	10 * 850 = 8 500 Kč	34 000 Kč
<b>16 hodin práce výroby (1 200 Kč/hod.)</b>	16 * 1 200 = 19 200 Kč	76 800 Kč
<b>2 hodiny práce montáže (1 000 Kč/hod.)</b>	2 * 1 000 = 2 000 Kč	8 000 Kč
<b>Celkem</b>		118 800 Kč
<b>Návratnost investice (192 640 Kč/118 800 Kč)</b>	1,6 let	

Pokud se podíváme na délku procesu, ušetří se celkem 28 hodin času přidávajícího hodnotu. Dále dle odhadu mistra montáže, kdyby došlo k minimalizaci doby čekání na kompletaci dílů pro montáž, došlo by k uspořené dalších 80 hodin času nepřidávajícího hodnotu. V následující tabulce jsou uvedeny nové hodnoty časů přidávajících a

nepřidávajících hodnotu.

Tab. 2.8.6 Nové hodnoty časů přidávajících a nepřidávajících hodnotu

	Čas (hod.)	
	15-327	15-032
<b>VA<sub>inf</sub></b>	46,00	46,50
<b>NVA<sub>inf</sub></b>	46,50	39,00
<b>VA<sub>mont</sub></b>	106,52	110,77
<b>NVA<sub>mont</sub></b>	87,73	100,23
<b>VA<sub>mat</sub></b>	132,27	368,05
<b>NVA<sub>mat</sub></b>	341,98	634,95
<b>VA<sub>celkem</sub></b>	178,27	414,55
<b>NVA<sub>celkem</sub></b>	388,48	673,95
<b>lead time</b>	<b>566,75</b>	<b>1 088,50</b>

Po přepočítání ušetřených 28 hodin výrobního času na celý objem produkce, za předpokladu, že aplikované návrhy řešení by vedly ke zkrácení hodnotového toku celé produkce, což vzhledem k působnosti řešení na celý výrobní program je reálné, došlo by k uspoření 700 výrobních hodin. Celkový čas přidávající hodnotu u výrobku č. 15-327 je po zavedení opatření 178,27 hodin a u výrobku č. 15-032 414,56 hodin, dalo by se tedy ročně vyrobit o 1,7 strojů více. Část dílců u výrobku č. 15-327 byla vyráběna v předstihu na sklad, u výrobku č. 15-032 naopak ne, proto je pro propočet použita hodnota z tohoto stroje.

Navrhovanými řešeními by také došlo ke snížení časů nepřidávajících hodnotu ve výrobě, odhad uspořené času je ale velmi obtížný, v navýšení výrobního času by se přímo neprojevil. Došlo by ale ke snížení finančních prostředků vázaných v nedokončené výrobě na jedné straně a na druhé by došlo k uvolnění prostředků využitelných pro výrobu určitých dílů v předstihu na sklad a tím zrychlení procesu zhotovení výrobků vyúsťující ke snížení výrobních nákladů výrobou ve větších dávkách a k navýšení objemu produkce. Tyto přínosy jsou těžko stanovitelné, záleží na hloubce a úspěšnosti aplikovaných řešení, a proto zde nejsou vyčísleny.

## 2.8.5 Mapa budoucího stavu

V příloze D1 a D2 jsou uvedeny mapy budoucího stavu po aplikaci řešení pro jednotlivé sledované výrobky. Níže jsou uvedeny nové hodnoty VA-indexů pro výrobek č. 15-327

$$VA_{\text{index (inf327)}} = \frac{t_{VA_{\text{inf327}}}}{t_{\text{inf327}}} \cdot 100 = \frac{46}{92,5} \cdot 100 = 49,7 \% \quad (2.24)$$

$$VA_{\text{index (mont327)}} = \frac{t_{VA_{\text{mont327}}}}{t_{\text{mont327}}} \cdot 100 = \frac{106,52}{194,25} \cdot 100 = 54,8 \% \quad (2.25)$$

$$VA_{\text{index (mat327)}} = \frac{t_{VA_{\text{mat327}}}}{t_{\text{mat327}}} \cdot 100 = \frac{132,27}{474,25} \cdot 100 = 27,9 \% \quad (2.26)$$

$$VA_{\text{index}327} = \frac{t_{VA327}}{\text{lead time}_{327}} \cdot 100 = \frac{178,27}{566,75} \cdot 100 = 31,5 \% \quad (2.27)$$

Časy a výpočty pro výrobek č. 15-032 jsou následující

$$VA_{\text{index (inf032)}} = \frac{t_{VA\text{inf}032}}{t_{\text{inf}032}} \cdot 100 = \frac{46,5}{85,5} \cdot 100 = 54,4 \% \quad (2.28)$$

$$VA_{\text{index (mont032)}} = \frac{t_{VA\text{mont}032}}{t_{\text{mont}032}} \cdot 100 = \frac{110,77}{211} \cdot 100 = 52,5 \% \quad (2.29)$$

$$VA_{\text{index (mat032)}} = \frac{t_{VA\text{mat}032}}{t_{\text{mat}032}} \cdot 100 = \frac{368,05}{1\,003} \cdot 100 = 36,7 \% \quad (2.30)$$

$$VA_{\text{index}032} = \frac{t_{VA032}}{\text{lead time}_{032}} \cdot 100 = \frac{414,55}{1\,088,5} \cdot 100 = 38,1 \% \quad (2.31)$$

U obou výrobků došlo k výraznému zvýšení VA-indexu montáže, a to hlavně díky zkrácení časů nepřidávajících hodnotu (časy, kdy se čeká na výrobu dílů). U výrobku č. 15-327 se VA index montáže zvýšil z 39,3 % na 54,8 % a u výrobku č. 15-032 z 38,5 % na 52,5 %. Nový celkový VA index výrobku č. 15-327 je 31,5 % (z původních 30,6%) a výrobku č. 15-032 38,1 % (z původních 37,0 %). Došlo ke zkrácení celkového času procesu, a to u výrobku č. 15-327 z 655,27 hodin na 566,75 hodin a u výrobku č. 15-032 z 1 167,5 hodin na 1 088,5 hod.

### 3 ZÁVĚR

V první části se práce zabývá teoretickými základy jako je procesní analýza, štíhlá výroba, mapování toku hodnot a výpočet průběžné doby výroby. V následujících kapitolách je představena společnost ZEBR s.r.o. a stanoven výrobní reprezentant, jehož hodnotový proces je sledován. Jedná se o stroj XCR 20 sloužící pro výrobu interiérových žaluzií. Následuje zaznamenání současného stavu. Informační tok začíná přijetím objednávky zákazníka obchodním oddělením, dále probíhá přes konstrukci a elektrokonstrukci, technologii a sklad. Dále proces pokračuje dodáním komponentů, výrobou dílů a montáží. Nakonec je stroj oživen, přebrán zákazníkem, zabalen a odeslán.

Celkový lead time procesu výrobku č. 15-327 je 655,27 hodin a VA-index 30,6 %, u výrobku č. 15-032 je to 1 167,5 hod. a 37,0 %. Analýzou mapy současného stavu byly nalezeny zdroje plýtvání spočívající v nedostatečnosti současného ERP systému pro řízení výroby, nedůsledné kontrole kompletnosti vyráběných dílů do jednotlivých sestav projevující se ve zpoždění v montáži, nedostatečném využívání dědičnosti při výrobě dílů a dlouhé průběžné době výroby dílů.

Byla navržena řešení spočívající v aplikaci nového software pro řízení procesů ve společnosti tak, aby došlo k většímu propojení jednotlivých úseků společnosti a také ke zlepšení plánování a řízení výroby s důrazem na sledování výrobních časů. V této souvislosti bylo navrženo přehodnocení stanovených normovaných časů tak, aby odpovídaly skutečným možnostem výroby. Důležité je také prohloubení standardizace vyráběných dílů vedoucí k využití vyšší dědičnosti dílů a tím snížení doby jejich zpracování, např. výrobou ve větších dávkách. Dále je navrženo zvažování výroby na sklad.

Po ekonomickém vyhodnocení byla stanovena návratnost investice na 1,7 roku. Nový VA-index výrobku č. 15-032 je 31,5 % a lead time procesu 566,75 hodin, u výrobku č. 15-032 je to 38,1 % a 1 088,5 hod. K další optimalizaci procesu by mohla přispět aplikace dalších nástrojů štíhlé výroby jako je kaizen, SMED a Poka-Yoke.

Cílem práce bylo zmapovat logistické a informační toky pro vybrané produkty, pro dílčí části stanovit technologický postup výroby a stanovit průběžnou dobu výroby. Dále zpracovat montážní schéma a průběžnou dobu montáže, navrhnout řešení plýtvání a vyhodnotit je dle ekonomických kritérií. Těchto cílů bylo v práci dosaženo.

# LITERATURA

- [1] *VSM (Value Stream Mapping) Mapování toku hodnot*. ManagementMania.com. [online]. 2011 [cit. 2016-10-15]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/value-stream-mapping>
- [2] SVOZILOVÁ, A. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3938-0.
- [3] TICHÝ, M. *Ovládání rizika: analýza a management*. V Praze: C.H. Beck, 2006. ISBN 80-7179-415-5.
- [4] KOTLER, P., KELLER, K.L. *Marketing management*. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1359-5.
- [5] HARFORD, D.N., BAECHER, G.B. *Risk and uncertainty in dam safety*, Bodmin: Thomas Telford Ltd, 2004. ISBN: 9780727736390
- [6] VEBER, J. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1782-1.
- [7] Zpravodajský portál pro investory. Investicniweb.cz [online]. 2014 [cit. 2016-05-01]. Dostupné z: <http://www.investicniweb.cz/2014/5/7/pravidlo-pro-praci-i-zivot-80-ku-20/>
- [8] VLČAN, M. *Zavedení štihlé výroby* [online]. Brno: Masarykova univerzita, Ekonomicko-správní fakulta, 2009. [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: [http://is.muni.cz/th/171008/esf\\_b\\_a2/BP4\\_new.pdf](http://is.muni.cz/th/171008/esf_b_a2/BP4_new.pdf).
- [9] NENADÁL, J. *Příspěvek k měření a monitorování výkonnosti procesů v systémech managementu jakosti*, [online]. VŠB-TU Ostrava, 2015 [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: <http://katedry.fmfi.vsb.cz/639/qmag/mj24-cz.htm>.
- [10] Portál Yonix.cz. [online]. 2014 [cit. 2017-03-25]. Dostupné z: <http://logistika.yonix.cz>.
- [11] PÁNEK, P. *Výrobní logistika*, [online], 2016 [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: [pef.czu.cz/~panek/Logistika\\_09/Logistika\\_8.ppt](http://pef.czu.cz/~panek/Logistika_09/Logistika_8.ppt).
- [12] ŠIMON, M. *Optimalizace logistických procesů v kontextu štihlé výroby* [online], 2015 [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/řízení-vyroby/optimalizace-logistickych-procesu-1.htm>.
- [13] *Jednotlivé metody a nástroje (I - P)*. API - Akademie produktivity a inovací [online]. 2005 [cit. 2016-10-15]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/24887-jednotlive-metody-a-nastroje-i-p>
- [14] *Value Stream Mapping*. University of Washington [online]. 2010 [cit. 2016-10-15]. Dostupné z: [http://courses.washington.edu/ie337/Value\\_Stream\\_Mapping.pdf](http://courses.washington.edu/ie337/Value_Stream_Mapping.pdf)
- [15] *Mapování toku hodnot*. Escare.cz [online]. 2016 [cit. 2016-04-25]. Dostupné z: <http://www.escare.cz/lean-healthcare/metodika/metodika-just-in-time/mapovani-toku-hodnot>.
- [16] *Mapování procesů*. Krajská hospodářská komora Královéhradeckého kraje [online]. 2016 [cit. 2016-04-25]. Dostupné z: <http://www.komora-khk.cz/business/documents/?soubor=moduly/5-jakost/06-procesni-model-systemu-managementu-jakosti/06-01-mapovani-procesu.pdf>.
- [17] VAVRUŠKA, J. *VSM – Value Stream Mapping* [online], 2015 [cit. 2015-11-10]. Dostupné z: [http://educom.tul.cz/educom/inovace/PI/VY\\_03\\_06-VSM%20value%20stream%20mapping\\_MZ\\_6.pdf](http://educom.tul.cz/educom/inovace/PI/VY_03_06-VSM%20value%20stream%20mapping_MZ_6.pdf).
- [18] Portál Cie-plzeň.cz. [online]. 2015 [cit. 2015-10-11]. Dostupné z: <http://www.cie-plzen.cz>.

- [19] KOŠTURIÁK, J., BOLEDOVIČ, L., KRIŠŤÁK, J., MAREK, M. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-2349-2.
- [20] TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-4486-5
- [21] TOMEK, G., VÁVROVÁ V. *Řízení výroby a nákupu*. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1479-0.
- [22] ŠPINKA, J. *Průběžná doba výroby a logistika*, [online], 2017 [cit. 2017-03-26]. Dostupné z: [https://www.vutbr.cz/studis/student.phtml?sn=aktuality\\_predmet#KPPV](https://www.vutbr.cz/studis/student.phtml?sn=aktuality_predmet#KPPV).
- [23] VÁCLAVÍKOVÁ, D. *Průběžná doba – teorie* [online], Střední průmyslová škola strojnická Vsetín, 2013 [cit. 2017-02-18]. Dostupné z: [http://www.spssvsetin.cz/assets/vy\\_32\\_inovace\\_22\\_16.pdf](http://www.spssvsetin.cz/assets/vy_32_inovace_22_16.pdf).
- [24] ŠIMEK, J., ŠPINKA, J. *Technologické projektování*. Brno: Nakladatelství VUT Brno, 1992. ISBN 80-214-0434-5.
- [25] GÁLA, L., POUR, J., ŠEDIVÁ, Z. *Podniková informatika: počítačové aplikace v podnikové a mezipodnikové praxi*. 3., aktualizované vydání. Praha: Grada Publishing, 2015. ISBN 978-80-247-5457-4.
- [26] PETRŮ, J.; ČEP, R. *Základy montáže* [online]. Ostrava : Fakulta strojní VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2012 [cit. 2017-02-18]. Dostupné z: [http://projekty.fs.vsb.cz/459/ucebniopory/Zaklady\\_montaze.pdf](http://projekty.fs.vsb.cz/459/ucebniopory/Zaklady_montaze.pdf).
- [27] DRAHOKOUPIL, R.. *Práce při montáži* [online]. Kladno : Střední odborná škola a střední odborné učiliště Kladno, Dubská, 2014 [cit. 2017-02-22]. Dostupné z: [www.sou-dubaska.cz/files/dumy/Montaze/6\\_Prace\\_pri\\_montazi.ppsx](http://www.sou-dubaska.cz/files/dumy/Montaze/6_Prace_pri_montazi.ppsx).
- [28] ZEBR s.r.o., *Interní dokumenty společnosti*, Milovice, 2012 [cit. 2016-10-12].

# SEZNAM SYMBOLŮ, VELIČIN A ZKRATEK

CPM	Critical Path method, metoda kritické cesty
$F_{\text{pdc}}$	Plocha dopravních cest
$F_{\text{m}}$	Celková plocha montáže
$F_{\text{pk}}$	Ostatní plochy
$F_{\text{pskl}}$	Plocha meziskladů montáže
$F_{\text{vm}}$	Plocha montážních pracovišť
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis, analýza možného výskytu a vlivu vad
IS/IT	Informační systém/Informační technologie
JIT	Právě včas (Just-In-Time)
MRP	Míra rizika
NVA time	Non value added time, čas nepřidávající hodnotu
P	Priorita
PDCA	Plan, do, check, act, Demingův cyklus – naplánuj, realizuj, zkontroluj a proved' korekce
PO	Pravděpodobnost odhalení vady
PV	Pravděpodobnost výskytu vady
$q$	Počet operací
SMED	Rychlá výměna nástrojů (Single Minute Exchange of dies)
$T_{\text{c}}$	Průběžná doba výrobku
$d_{\text{d}}$	Velikost dopravní dávky (počet ks)
$t_{\text{k}}$	Čas klidu
$t_{\text{ko}}$	Čas kontroly



$t_m$	Čas manipulační
$t_{op}$	Operační čas
$t_{pz}$	Čas přípravy a zakončení
$t_s$	Čas skladování
VA – index	Value added index, index přidané hodnoty
VA time	Value added time, čas přidávající hodnotu
VE time	Value enabling time, čas umožňující tvorbu hodnoty
VSM	Mapování toku hodnot (Value Stream Mapping)
VV	Význam vady

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1.1.1	Typické otázky procesní analýzy [1] .....	9
Obr. 1.1.2	Paretovo pravidlo [7] .....	11
Obr. 1.3.1	Základní značky při tvorbě mapy [17].....	14
Obr. 1.3.2	Postup při mapování toku hodnot [15].....	15
Obr. 1.3.3	Příklad mapy toku hodnot [19].....	16
Obr. 1.4.1	Postupný způsob předávání dávek [24].....	17
Obr. 1.4.2	Souběžný způsob předávání dávek [24].....	18
Obr. 1.5.1	Princip kusovníku [25] .....	19
Obr. 1.6.1	Montážní schéma [26].....	21
Obr. 2.1.1	Rozložení výrobních prostor společnosti ZEBR s.r.o. [28] .....	22
Obr. 2.2.1	Podíl jednotlivých typů strojů na tržbách společnosti .....	23
Obr. 2.2.2	Podíl jednotlivých typů strojů na tržbách strojů na výrobu interiérových žaluzií .....	24
Obr. 2.2.3	XCR 20 [28] .....	24
Obr. 2.6.1	Znázornění průběžné doby výroby brzdové kostky výrobku č. 15-327 ....	38
Obr. 2.6.2	Znázornění průběžné doby výroby brzdové kostky výrobku č. 15-032 ....	39
Obr. 2.6.3	Znázornění průběžné doby výroby hřídele výrobku č. 15-327 .....	40
Obr. 2.6.4	Znázornění průběžné doby výroby hřídele výrobku č. 15-032 .....	41
Obr. 2.6.5	Znázornění průběžné doby výroby ukotvení drátu výrobku č. 15-327 .....	42
Obr. 2.6.6	Znázornění průběžné doby výroby ukotvení drátu výrobku č. 15-032.....	43
Obr. 2.7.1	Montážní schéma stroje XCR 20.....	44

## SEZNAM TABULEK

Tab. 1.6.1	Podíly montážních ploch na celkové ploše výroby [22] .....	19
Tab. 2.3.1	Objednávané díly a jejich dodací lhůty .....	27
Tab. 2.3.2	Shrnutí informačního toku výrobku č. 15-327 .....	28
Tab. 2.3.3	Shrnutí informačního toku výrobku č. 15-032 .....	28
Tab. 2.4.1	Souhrnné vyjádření spotřeby času pro výrobu dílů výrobku č. 15-327 .....	29
Tab. 2.4.2	Postup výroby vodící tyče .....	30
Tab. 2.4.3	Souhrnné vyjádření spotřeby času pro výrobu dílů výrobku č. 15-032 .....	31
Tab. 2.4.4	Provedené montážní práce na výrobku č. 15-327 .....	32
Tab. 2.4.5	Provedené montážní práce na výrobku č. 15-032 .....	33
Tab. 2.4.6	Přehled činností od montáže po expedici výrobku č. 15-327 .....	35
Tab. 2.4.7	Přehled činností od montáže po expedici výrobku č. 15-032 .....	35
Tab. 2.6.1	Technologický postup výroby brzdové kostky výrobku č. 15-327 .....	37
Tab. 2.6.2	Technologický postup výroby brzdové kostky výrobku č. 15-032 .....	38
Tab. 2.6.3	Technologický postup výroby hřídele výrobku č. 15-327 .....	39
Tab. 2.6.4	Technologický postup výroby hřídele výrobku č. 15-032 .....	40
Tab. 2.6.5	Technologický postup výroby ukotvení drátu výrobku č. 15-327 .....	41
Tab. 2.6.6	Technologický postup výroby ukotvení drátu výrobku č. 15-032 .....	42
Tab. 2.7.1	Celkové časy pro výpočet průběžné doby montáže .....	44
Tab. 2.8.1	Přehled stanovených průběžných dob výroby pro vybrané dílce .....	46
Tab. 2.8.2	Vytíženost jednotlivých pracovišť .....	47
Tab. 2.8.3	Plnění normovaného času jednotlivých pracovišť .....	48
Tab. 2.8.4	Průměrné hodnoty doby klidu před a po zpracování na sledovaných pracovištích .....	49
Tab. 2.8.5	Propočet návratnosti investice dle navrhovaných řešení .....	50
Tab. 2.8.6	Nové hodnoty časů přidávajících a nepřidávajících hodnotu .....	51

# SEZNAM PŘÍLOH

<b>A</b>	<b>Mapa sestavy vodící tyče</b>	<b>61</b>
<b>B</b>	<b>Mapy současného hodnotového toku</b>	<b>62</b>
B.1	XCR 20 č. 15-327 .....	62
B.2	XCR 20 č. 15-032 .....	63
<b>C</b>	<b>Mapy hodnotového toku s vyznačenými zdroji plýtvání</b>	<b>64</b>
C.1	XCR 20 č. 15-327 .....	64
C.2	XCR 20 č. 15-032 .....	65
<b>D</b>	<b>Mapy budoucího stavu</b>	<b>66</b>
D.1	XCR 20 č. 15-327 .....	66
D.2	XCR 20 č. 15-032 .....	67
<b>E</b>	<b>Výkresová dokumentace</b>	<b>68</b>
E.1	Brzdová kostka.....	68
E.2	Hřídel.....	69
E.3	Ukotvení drátu .....	70
<b>F</b>	<b>Kusovník stroje XCR 20</b>	<b>71</b>